



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
DEPARTAMENTO DOCENTE DE CIRUGÍA

TESIS DOCTORAL

“Neuromonitorización del Nervio Laríngeo Superior y su importancia en la técnica quirúrgica”

Doctorando: Consuelo Marín Velarde

Director: Prof. Antonio Jiménez García.



D. Antonio Jiménez García Profesor Titular de Cirugía como Director, D. Fernando Oliva Mompeán Profesor Asociado como Co-Director, y D. Luis Cristóbal Capitán Morales Profesor Titular de Cirugía como Tutor, pertenecientes al Departamento de Cirugía de la Universidad de Sevilla, hacen constar que el trabajo titulado: *“Neuromonitorización del Nervio Laríngeo Superior y su importancia en la técnica quirúrgica”*, presentado por Dña. Consuelo Marín Velarde, ha sido realizado bajo nuestra dirección y tutela y cumple con los requisitos para ser presentado y defendido como Tesis Doctoral, para optar al Grado de Doctor.

Lo que firman en Sevilla a 25 de Mayo de 2.017

Fdo:

Fdo:

Fdo:

D. Antonio Jiménez García D. Fernando Oliva Mompeán D. Luis C. Capitán Morales

1.-LISTA DE ABREVIATURAS

RENLS:	Rama externa nervio laríngeo superior
NLR:	Nervio laríngeo recurrente
NLNOR:	Nervio laríngeo no recurrente
N:	Nervio
NLS:	Nervio laríngeo superior
EMG:	Electromiograma
CT:	Cricotiroideo
TSH:	Hormona tirotrópa
PTH:	Hormona paratiroidea
ATS:	Arteria tiroidea superior
mA:	Mili amperio
μV:	Micro voltio
NMIO:	Neuromonitorización intraoperatoria
INMSG:	International Neural Monitoring Study Group
BAETS:	British Association of Endocrine and Thyroid Surgeons
MIVAT:	Técnica videoscópica mínimamente invasiva

2. RESUMEN

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior han sido con frecuencia infravalorada en general durante muchos años, salvo en determinados profesionales de la voz; y en el transcurso de la técnica quirúrgica tiroidea ha sido “el nervio gran olvidado”, existiendo incluso manuales de cirugía endocrina en los que obviándolo, en la técnica de la tiroidectomía, se indicaba realizar la ligadura en masa del polo superior a la entrada de los vasos, dejando una pequeña porción de tejido tiroideo. Hoy día no se acepta esta maniobra en cirugía tiroidea, porque en casos de cáncer o tirotoxicosis severa, el remanente conservado puede suponer una persistencia o recurrencia de la enfermedad. El principal objetivo de este trabajo consiste en evaluar mediante un estudio prospectivo la influencia que tiene la utilización de neuromonitorización intraoperatoria de la rama externa del nervio laríngeo superior sobre la técnica de la tiroidectomía total, e incrementar el conocimiento sobre sus parámetros fisiológicos, y su valoración objetiva en la práctica quirúrgica.

MATERIAL Y MÉTODO

El Estudio ha sido realizado de forma prospectiva sobre 201 pacientes intervenidos entre Enero y Diciembre del 2016. Todos los pacientes pertenecen al área Sanitaria del Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla y a la Unidad de Cirugía Endocrina de este Centro, declarando que en la utilización de dispositivos tecnológicos no existen conflictos de intereses y que los enfermos reciben información sobre la realización técnica y los medios empleados en la práctica de la cirugía. El estudio ha superado los principios establecidos por el Comité de Ética de este Hospital. El equipo utilizado consiste en un neuromonitor de 1 canal, sistema Avalancha XT con software SI VNS Thyroid ® Dr. Langer Medical GnbH (Waldkirch, Alemania) que emplea sensores entre las cuerdas adhesivos al tubo endotraqueal, (habitualmente nº7), sin modificar la estructura de este por no estar integrado en el mismo. El optimo ajuste del tubo entre

las cuerdas vocales viene indicado por la impedancia que debe ser menor de 5 k Ω con una diferencia menor de 1 k Ω en cada electrodo, la profundidad media en la comisura de la boca es de 20,6 \pm 0,97 cm en el hombre y de 19,6 \pm 1 cm en la mujer. Las señales electromiográficas (EMG) medidas son procesadas por el AVALANCHE SI Thyroid VNS y reproducidas de forma acústica y visual siendo representadas en una pantalla.

Los datos fueron cargados en el programa estadístico SPSS, versión 24 (SPSS, Chicago, IL). Los resultados fueron expresados como promedio \pm desviación estándar y las variables cualitativas mediante su análisis de frecuencias. La relación entre las variables se realizó con la prueba de Correlación de Pearson. Para el análisis estadístico fue considerado como índice de confianza el 95% y el criterio para la significancia estadística fue $p < 0,05$. Para ver si los datos seguían la distribución normal se realizó una prueba de Kolmogorov Smirnov debido a que la muestra es grande. En la comparación del nervio laríngeo superior con el peso se utiliza la prueba No paramétrica U de Mann Whitney. En cambio cuando se pretende comparar el lado derecho con el izquierdo de los nervios o bien, si hay diferencia entre la pre-resección y la pos- resección se utiliza una prueba No paramétrica de Wilcoxon. Para comprobar la relación entre la amplitud del nervio laríngeo superior dicotomizada, la función tiroidea, el análisis patológico y el peso de la pieza dicotomizada se realizaron tablas de contingencia y se aplicó la prueba Chi cuadrado. Por último se realizó un M ANOVA para ver si se producían diferencias estadísticamente significativas por la interacción entre la amplitud del nervio laríngeo superior pre y post-resección, el peso de la pieza y la función tiroidea.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En **primer lugar**, el análisis de nuestros valores proporcionan resultados diferentes con la mayoría de las investigaciones realizadas por los grupos más destacados, debido a que todos sitúan los parámetros de amplitud aproximadamente entre 249.5 - 269.9 μ V, y nuestros valores son inferiores, rondando entre 155 y 272 μ V de media. Es coincidente sin embargo, que como se recoge en la Guía Clínica del Grupo de Investigación Internacional, del que formamos parte, (85) estos valores se encuentran por debajo de la amplitud que alcanza el nervio laríngeo recurrente que se sitúa en parámetros más altos. Una explicación posible sería la utilización de tecnología

diferente, más que por la propia técnica de investigación, y otra razón podría relacionarse con el valor de la estimulación realizada.

En **segundo lugar**, han resultado muy pocos casos de pacientes con una amplitud $< 50\mu\text{V}$. Sobre esto, hay quienes piensan que se debe a la producción de un cambio en el posicionamiento del tubo endotraqueal durante la intervención; lo que resulta extraño, pues en el material utilizado en su equipo, el sensor utilizado se encuentra integrado en el mismo tubo endotraqueal. (108) Sin descartarlo, nosotros consideramos más bien, que podría ser explicado por un curso anatómico atípico de la rama externa del nervio laríngeo superior.

En **tercer lugar**, el análisis de las relaciones que se producen entre las variables cuantitativas muestra que no hay relación entre el nervio vago y el nervio laríngeo superior, ni existe relación entre el peso del tiroides extirpado y la amplitud, lo cual resulta totalmente lógico debido a la poca muestra que se sitúa en el grupo por debajo de $50\mu\text{V}$. Ninguna diferencia encontrada puede considerarse significativa al tener el grupo por encima de $50\mu\text{V}$ una muestra de entre $198\mu\text{V}$ a $200\mu\text{V}$ y el otro grupo encontrarse con una muestra entre 1 a 3 sujetos.

En **cuarto lugar**, se producen diferencias estadísticamente significativas entre la latencia del nervio vago derecho con el izquierdo, y puede decirse que en sí no hay justificación teórica que lo avale. Teniendo en cuenta en cambio, que existe una relación moderada con el nervio recurrente, esto se podría justificar por el hecho de que el nervio recurrente tiene un recorrido mayor en el lado izquierdo que en el derecho. En el nervio laríngeo superior no existe hasta ahora una explicación que nos sea útil para justificar la diferencia producida en la latencia, y la amplitud post resección (mayor en el lado izquierdo) no habiendo sido descritas tampoco de tipo anatómico.

En **quinto lugar**, si comparamos la resección pre y post se producen diferencias entre el nervio recurrente derecho, el laríngeo superior y el vago izquierdo, pero a pesar de la significancia, no tiene gran importancia en nuestro estudio, porque esas diferencias son muy leves.

En **sexto lugar**, en las tablas de contingencia se ve relación entre el peso y la función tiroidea, entre el estudio histopatológico y la función tiroidea y entre el peso y el análisis histológico de la pieza, aunque para los objetivos de nuestro estudio actualmente carecen de interés.

3. INDICE

	<u>Página</u>
4.-Introducción.....	11
4.1.Anatomía de las glándulas tiroides y paratiroides.....	27
4.1.1.Embriología del tiroides.....	27
4.1.2.Anatomía de la glándula tiroides.....	31
4.1.3.Funciones fisiológicas de las hormonas tiroideas.....	35
4.1.4.Embriología y anatomía de las glándulas paratiroides.....	43
4.1.5.Funciones de la hormona paratiroidea.....	48
4.1.6.Anatomía vascular de tiroides.....	50
4.1.6.1.Vascularización arterial.....	50
4.1.6.2.Vascularización venosa.....	55
4.1.6.3.Anatomía linfática.....	57
4.1.7.Anatomía nerviosa de la glándula tiroides.....	60
4.1.7.1.Consideraciones embriológicas.....	60
4.1.7.2.Nervio laríngeo recurrente.....	61
4.1.7.3.Nervio laríngeo no recurrente.....	67
4.1.7.4.Nervio laríngeo superior.....	70
4.1.7.4.1.Variantes de la rama externa del laríngeo superior: clasificaciones.....	76
4.1.7.4.2.Fisiopatología de la rama externa del laríngeo superior.....	82
4.1.7.4.3.Diagnóstico y tratamiento lesión de la rama externa del laríngeo superior.....	84
4.1.7.4.4.Técnicas quirúrgicas de disección de la rama externa del laríngeo superior.....	88
4.2.Neuromonitorización intraoperatoria.....	94
4.2.1.Bases fisiológicas de la neuromonitorización.....	94
4.2.2.Generación y transmisión de señales nerviosas.....	95
4.2.3.Antecedentes históricos.....	97

4.2.4.Frecuencia de la neuromonitorización.....	101
4.2.5.Impacto en la técnica quirúrgica.....	102
4.2.6.Análisis basado en la evidencia.....	104
4.2.7.Estándares para la neuromonitorización intraoperatoria.....	107
4.2.8.Neuromonitorizacion.TécnicaI.Estimulación-contracción.....	109
4.2.9.Neuromonitorización.Técnica II. Electromiograma glótico.....	112
4.2.10.Equipo para monitorizar la rama externa del laríngeo superior.....	116
4.2.11.Metodología de la neuromonitorización.....	117
4.2.11.1.Anestesia.....	117
4.2.11.2.Técnica.....	118
4.2.11.3.Normativa y definiciones de señal.....	121
 5. <u>Hipótesis y Objetivos</u>.....	125
5.1.Objetivo general.....	127
5.2Objetivos específicos.....	127
5.2.1.Objetivo principal.....	127
5.2.2.Objetivos secundarios.....	127
 6. <u>Material y Método</u>.....	130
6.1. <u>Material</u>	130
6.1.2.Muestra.....	130
6.1.3.Equipo.....	131
6.2. <u>Método</u>	134
6.2.1.Anestesia.....	134
6.2.2.Neuromonitorización.....	135
6.2.2.1.Interpretación de la señal.....	136
6.2.2.2.Manejo en caso de pérdida de señal.....	138
6.2.3.Técnica quirúrgica.....	141

6.2.3.1.Técnicas de abordaje.....	142
6.2.3.2.Puntos peligrosos de la disección.....	143
6.2.3.3.Técnica de disección nerviosa.....	145
6.2.4.Laringoscopia.....	146
6.2.5.Método estadístico.....	147
 7.Resultados.....	 150
 8.Discusión.....	 174
 9.Conclusiones.....	 182
 10.Bibliografía.....	 184
 ANEXO.....	 195

4.- INTRODUCCIÓN

El profundo conocimiento de las relaciones anatómicas y variantes del aporte vascular y de los nervios laríngeos constituyen la piedra angular de la realización segura de la cirugía de las glándulas tiroides y paratiroides.

Hasta la segunda mitad del siglo XIX, la cirugía tiroidea estaba muy limitada, con una mortalidad del 40% y una reputación tan pobre que la Academia de Medicina Francesa prohibió su práctica en 1.850, siendo aconsejada en este periodo exclusivamente en situaciones de emergencia.

La clave fundamental del incremento en la seguridad, se produjo como consecuencia del desarrollo y mejor comprensión de los avances en el conocimiento de la anatomía, fisiopatología y terapias farmacológicas, aplicación de la antisepsia y técnicas anestésicas así como en la mejora de los instrumentos quirúrgicos que han resultado primordiales. Por lo tanto, a partir de entonces, se originó una gran revolución quirúrgica y en 1.909 **Kocher** recibió el Premio Nobel por las aportaciones realizadas, que fueron responsables de la reducción de la mortalidad al 0,18%, cuando hasta entonces estaba situada en unas cifras verdaderamente prohibitivas. **(1)**

Halsted (2), describió en esta época las tiroidectomías mediante disección capsular, creando normas que en la actualidad, a pesar de los años transcurridos continúan vigentes con los mismos principios que él destacó, que implican la disección del nervio laríngeo recurrente (**NLR**) y la preservación del aporte sanguíneo a las glándulas paratiroides mediante ligadura de las ramas terciarias de la arteria tiroidea inferior adyacentes a la cápsula.

Posteriormente y durante muchos años, con frecuencia, se ha venido debatiendo acerca del mejor camino para prevenir la lesión nerviosa durante las tiroidectomías, y el modo de evitar la del nervio laríngeo recurrente (**NLR**) que ha constituido siempre el objetivo fundamental, generándose con el tiempo variadas actitudes y procedimientos sobre la técnica que se consideraba mas conveniente. **Billroth, Kocher y Joll** proponían evitar el nervio mediante la disección lejana, y existían otros cirujanos, como **Prioleau**,

que preferían incluso no verlo, enfatizando incluso que “*nervio visto, nervio lesionado*” (3).

LAHEY, (1.938) (4), (5) en Boston, recomendaba formalmente la conveniencia de exponer de modo especial y deliberado el nervio laríngeo recurrente en todas sus intervenciones, norma, que aunque destacada años más tarde por **RIDDELL, (1.970) (6)** y **MOUNTAIN, (1971) (7)**, ha sido seguida de modo desigual, sorprendiendo con el paso del tiempo que a pesar de todo, la verdadera morbilidad de la técnica haya sido poco estudiada sobre todo de modo especial, en el impacto que alcanza realmente en la voz.

Es conocido, que la función laríngea ha sido adaptada en los seres humanos para producir voz y es exclusivamente una cualidad característica el hablar, que adquiere gran importancia y repercusión social y profesional, porque a través de ella se expresan emociones, pensamientos y la propia personalidad; lo que fue muy destacado especialmente por los antiguos Griegos que la consideraban tan importante que la situaban originada en el corazón.

En la actualidad la cirugía tiroidea es realizada con más frecuencia solo por cirujanos con amplia experiencia quirúrgica, existiendo evidencia que muestra el bajo nivel de complicaciones producidas en los que realizan un número elevado de tiroidectomías (8). Sin embargo la literatura muestra que aproximadamente el 75% de todas las tiroidectomías en Estados Unidos y Gran Bretaña son realizadas por cirujanos con bajo volumen (menos de 20 casos por año) (9), (10).

Hoy día, la técnica quirúrgica para tratar la patología tiroidea se encuentra bien asentada en la práctica clínica y se considera segura, aunque sigan persistiendo en menor grado, las complicaciones conocidas clásicamente, como las lesiones de los nervios laríngeos recurrentes (NLR) y el hipoparatiroidismo que tienen gran influencia en la calidad de vida de los pacientes. Por este motivo, en ocasiones, las parálisis nerviosas son la causa de la formulación de demandas médico legales como consecuencia de la creación de situaciones críticas invalidantes; ya que la afectación de una cuerda vocal unilateral origina cambios de mayor o menor grado de la voz y

potenciales crisis de disfagia o aspiración, y la parálisis nerviosa bilateral puede llegar a hacer necesaria una traqueotomía.

En menor grado de frecuencia (<1%), que las complicaciones citadas anteriormente, los hematomas sofocantes, generan una urgencia que entraña grave peligro vital (en ocasiones con gran dramatismo), y su menor incidencia actualmente es baja debido probablemente al refinamiento alcanzado en el desarrollo de la técnica con la realización de una hemostasia cuidadosa, y por la aparición en los últimos años de una amplia gama de dispositivos selladores hemostáticos que mejoran notablemente la metodología quirúrgica tradicional.

En definitiva se considera, que la lesión del nervio laríngeo recurrente (**NLR**) durante las tiroidectomías, ha constituido durante muchos años la complicación mas conocida y mejor estudiada de esta técnica quirúrgica, llegando a eclipsar incluso a la de la lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**) sobre todo, al no ser suficientemente detectada por la carencia de signos claros en la laringoscopia al estudiar los cambios producidos en la voz.

La lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) (> 58%) origina una alteración funcional importante de la voz con gran repercusión clínica, social, y en las personas dependientes profesionalmente, por representar su medio de trabajo imprescindible, siendo referente por ello en la historia de la Cirugía de la causa productora que obligó a retirarse a la gran soprano **Amelita Galli Curci** (muy importante en la época por la coloratura de su voz y por ser la competidora en este género del gran Caruso), y que al ser sometida a una tiroidectomía, se refiere que sufrió la lesión de este nervio siendo causa esencial de su retirada de la opera, lo que tuvo una gran repercusión mediática.

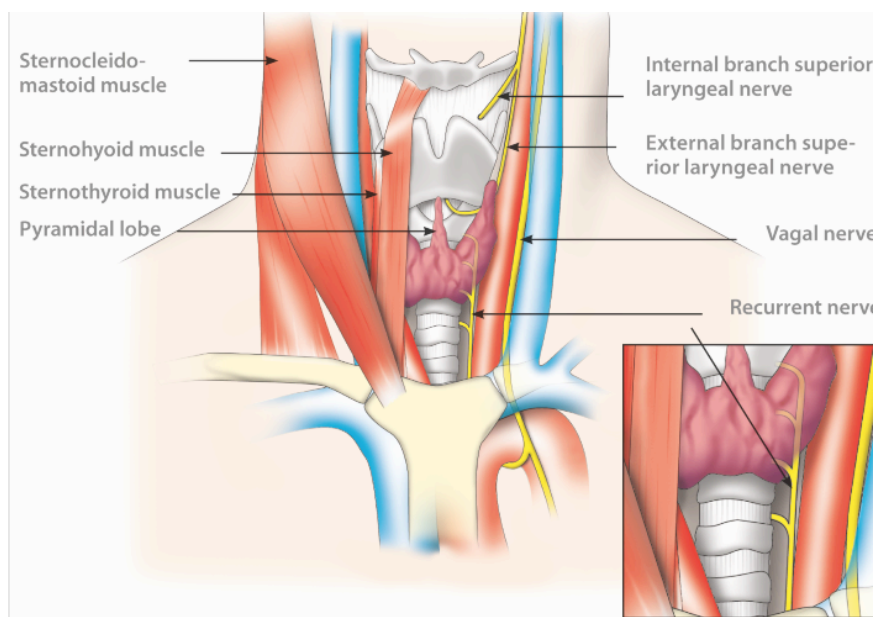


Fig.1: Anatomía del tiroides

Hoy día se cuestiona tal argumentación a través de diversas objeciones fundamentadas que ponen en entredicho dicha referencia **(11)**. En sus antecedentes figura, que padecía desde hacía muchos años de bocio multinodular de gran volumen, muy probablemente con hipotiroidismo, que le originaba compresión con gran reducción de la luz traqueal y desplazamiento importante de la misma hacia el lado izquierdo y que fue intervenida en Chicago por el Dr. Kegel el 11 de Agosto de 1.935 con anestesia local, cantando durante operación a demanda del cirujano escalas musicales para asegurar que los nervios laríngeos no eran traumatizados.



Fig.2. Amelita antes de ser operada



Fig.3. Amelita después de la intervención

Al final de la tiroidectomía interpretó en el quirófano parte de un dueto de la ópera *“El barbero de Sevilla”* con Ms. Lucy Bassoe, miembro de su Compañía, y posteriormente en la sala de hospitalización, feliz por la intervención realizada, realizó

sus primeros ejercicios vocales, manifestando que su voz la percibía más áspera, a pesar de que la enfermera que le atendía estuviera encantada y expresara que le resultaba *“maravillosa”*; a lo que respondió cuestionándola que ella la sentía sin embargo *“que sonaba como el chirrido de una sierra sobre un clavo oxidado”*

Fue dada de alta con evolución clínica libre de complicaciones postoperatorias el 18 de Agosto, a los siete días de la intervención, y durante su estancia se manifestó eufórica con el cambio que se había producido en su voz por la notable mejoría en el flujo de aire tras la extirpación de lo que describía como *“little potato in the throat”* (“pequeña patata en su garganta”).

Contrasta de sus apreciaciones postoperatorias, que reapareció de nuevo para cantar el 16 de Noviembre de 1.936, (con 54 años de edad, cuando se cumplían veinte años de su debut en Estados Unidos en Chicago como *“Mimi”* en la ópera *“La Boheme”*) *“siendo aplaudida con tumultuosos y prolongados aplausos en la primera entrada que efectuó en su debut”*; y que el Director de la Orquesta Sinfónica de Detroit tras su actuación opinara que *“había cantado maravillosamente”*.

Tuvo varios recitales más, en Albany y la Costa del Pacífico en Los Ángeles, Seattle, y Victoria, y tras el celebrado en Diciembre de 1.938, canceló sus compromisos de forma brusca y se retiró a un Rancho en Westwood, California, manteniendo frecuentes contactos sociales con el Dr. Kegel su cirujano, entreteniéndose en este tiempo con la pintura y tocando el piano. Posteriormente, tras la muerte de su marido en 1.954, se construyó una pequeña casa en los alrededores de la Jolla, donde se recluyó manteniendo relación con pocas amistades, hasta que murió con 81 años el 24 de Noviembre de 1.963, aparentemente de enfisema pulmonar.



Fig.4. Amelita Galli Curci en 1.936 en su reaparición

Existen por lo tanto en su biografía aspectos que cuestionan la verosimilitud del antecedente histórico que relaciona su retirada de la ópera como consecuencia de una lesión del nervio laríngeo superior tras tiroidectomía.

Lennquist (12), en los debates que se realizaban sobre los problemas técnicos de la cirugía tiroidea, consideraba que el nervio laríngeo superior era *“el nervio olvidado”* de las tiroidectomías. Y es que como él, se han venido suscitando por otros cirujanos también, controversias durante mas de 100 años relacionados con la rama externa del nervio laríngeo superior, del que se conoce que inerva al músculo cricotiroideo de la laringe que es responsable de tensar la cuerda vocal, aunque sobre su incidencia y diagnóstico en caso de parálisis unilateral, resulta difícil el diagnóstico y los signos que deberían ser considerados patognomónicos **(13)**.

Abelson y Tucker (14) llaman la atención sobre esta polémica hace tres décadas estableciendo que *“el diagnostico de la parálisis del nervio laríngeo superior no es hecho con frecuencia, por la discrepancia existente sobre los hallazgos laríngeos en caso de disfunción unilateral del músculo cricotiroides”*; lo que reafirma en definitiva, que poco se ha conseguido para resolver la controversia, y que la extensa literatura clínica está caracterizada por su inconsistencia y contradicciones.

Roy y cols. (15) consideran, que las alteraciones que se originan en relación con la denervación unilateral de la laringe, son habitualmente las siguientes:

1) Rotación axial de la laringe anterior creando una glotis oblicua.

2) Descenso de la tensión longitudinal y longitud de la cuerda vocal ipsilateral con insuficiencia glótica secundaria a leve inclinación

3) Lenta ab- o -aducción de la cuerda ipsilateral durante las maniobras fonadoras repetitivas.

4) Vibración de la cuerda vocal asimétrica, irregular o no periódica.

5) Reducción de la amplitud de la cuerda vocal y ondulación mucosa en algunos casos.

Roeder (1931) (16) como consecuencia de la gran experiencia adquirida en cirugía tiroidea durante años, fue pionero en destacar la gran importancia que tenía la rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**) en el desarrollo de la técnica quirúrgica, sirviendo esto para que **Coller y Boyden (1.937) (17)** modificaran durante la realización de la misma el acceso al polo superior del tiroides y defendiesen como principio fundamental, la conservación de la rama externa del nervio laríngeo superior mediante ligadura individualizada de las ramas de la arteria tiroidea superior.

Sin embargo, durante muchos años, como ya se ha referido, el análisis de la complicación originada por su lesión ha tenido menos empaque que la del nervio laríngeo recurrente, resultando menos conocida, subestimada y llegando a ser considerada como una **“entidad infravalorada”** a pesar de que su incidencia es superior al 58% **(18)**, traducándose clínicamente solo en síntomas sutiles o alteraciones en la laringoscopia postoperatoria.

Fisiológicamente, la disfunción del músculo cricotiroideo tiene como consecuencia fundamental, una alteración de la voz de mayor o menor grado al reducir su proyección y de la producción de tonos agudos; además de la **“fatiga con la caída de la tarde”**, que cobra particular significado como medio de relación social, y por consiguiente de modo esencial en los que la utilizan profesionalmente. **(19)**

Estructuralmente, el nervio laríngeo superior **(NLS)** se divide en las ramas interna y externa en la porción alta del cuello. La rama externa discurre hacia abajo de modo variable hasta innervar el constrictor inferior de la faringe y el músculo cricotiroideo, que actúa como tensor de la cuerda vocal, constituyendo la única suplencia motora del músculo. Esta inconstante localización ha sido apreciada tanto en los estudios realizados en cadáveres como clínicos, y destacan su vulnerabilidad tanto durante la disección como en la ligadura de los vasos en el transcurso de la cirugía. **(MOOSMAN DA)(20)**

La relación entre el nervio laríngeo superior, la arteria tiroidea superior y el polo superior del tiroides, altamente variable anatómicamente, hace que el nervio se encuentra especialmente en peligro de un trauma inadvertido durante la cirugía tiroidea, incrementándose el riesgo, cuando existen situaciones con inflamación o fibrosis por la existencia de tiroiditis de Hashimoto, cáncer, o radiación previa.

La estrecha y variable relación por lo tanto que sostiene la rama externa del nervio **(NLS)** con la arteria tiroidea superior es la causante del riesgo existente durante la cirugía tiroidea y la que la pone en peligro durante la realización de la hemostasia de esos vasos, por lo que una cuidadosa y meticulosa disección es imperativa para evitar la lesión nerviosa, además de un adecuado conocimiento de las variantes anatómicas del curso del nervio.

Aunque muchos cirujanos tienden a evitar más que a exponer el nervio en el transcurso de la cirugía, y el entrelazado podría resultar inevitable, se indica por este motivo la conveniencia de acceder al nervio para su identificación a través del **“espacio avascular de Reeve” (21), (22)**, situado entre el músculo cricotiroideo y el polo superior del tiroides, disecando rutinariamente el nervio y posteriormente realizando la ligadura vascular individualizada, a los que se suma, que el acceso capsular a través de la parte media del polo superior del tiroides evita también la posible lesión nerviosa.

Por consiguiente debe resaltarse que determinadas técnicas que prefieren la ligadura del polo superior a la entrada de los vasos dejando una pequeña porción de tejido tiroideo, (aunque la idea puede ser considerada técnicamente segura) no son aceptadas en cirugía tiroidea, porque en casos de cáncer o tirotoxicosis severa, el remanente conservado puede suponer una persistencia o recurrencia de la enfermedad. Del mismo modo, la ligadura en masa del polo superior debe ser evitada a toda costa por la inseguridad que supone y poner en peligro inevitablemente la integridad del nervio.

La neuromonitorización intraoperatoria con gran aceptación en los últimos años, ha supuesto un notable avance complementando al **“gold standard”** de la identificación nerviosa visual del nervio laríngeo recurrente **(NLR)** y de la rama externa del nervio laríngeo superior **(NLS)(23)**, como consecuencia del desafío técnico desde el punto de vista quirúrgico que se origina por la divergencia neurofisiológica de que:

“conservación anatómica del nervio (por identificación visual) no equivale a su integridad funcional”.

Por ello, en la práctica clínica la parálisis puede existir a pesar de apreciar que la estructura nerviosa se encuentra anatómicamente intacta, lo que desaparece en casi todos los casos cuando se utiliza, la neuroestimulación y se realiza el registro electromiográfico de la contracción de las cuerdas vocales mediante potenciales de acción que permiten cuantificar la latencia y amplitud de las ondas, permitiendo también la construcción del mapa de localización topográfica de los nervios durante la ejecución de la técnica quirúrgica de modo complementario a la obligada identificación anatómica durante la disección, permitiendo trazar (“mapear”) el recorrido y proporcionando una valoración funcional, igual que sucede en campos similares, como la cirugía del nervio facial.

La rama externa del nervio laríngeo superior, **(NLS)** particularmente ofrece además la ventaja de permitir su identificación cuando se estimula eléctricamente por la contracción del músculo cricotiroides, lo que sucede con una incidencia del **100 %**, y que resulta como exploración, muy superior a la alcanzada por identificación visual, puesto que en el **20 %** de los casos, el nervio discurre en la profundidad de la fascia del constrictor inferior y por ello no puede ser visualizado.

La estimulación junto a la inserción del músculo esternotiroides puede ser monitorizada y en ocasiones resulta conveniente además la sección del extremo del músculo porque permite por disección roma dentro del plano avascular del triángulo laringo-esternotiroides (espacio de Reeve), mejorar notablemente la exposición del nervio discurrendo paralelo a la arteria tiroidea superior.

La actividad electromiográfica de la rama externa del nervio laríngeo superior puede ser apreciada en el **80%**, a pesar de ser una rama de innervación motora única para el músculo cricotiroides.

Esto es posible, gracias a la interconexión motora entre dicha rama y el nervio laríngeo recurrente (**NLR**) dentro de la laringe descrita en necropsias por **DILWORTH** en **1.921(24)** como conexión submucosa, tras apoyarse en los trabajos sobre innervación de la laringe que había realizado en experimentación animal **EXNER** en **1.884 (25)** con perros y conejos a los que cortaba los nervios de la laringe para valorar meses después la degeneración de sus músculos; y los estudios que practicaba en necropsias de recién nacidos sobre los que músculos se contraían tras estimulación nerviosa; llegando a la conclusión de que tenían una doble innervación proveniente del nervio laríngeo superior e inferior.

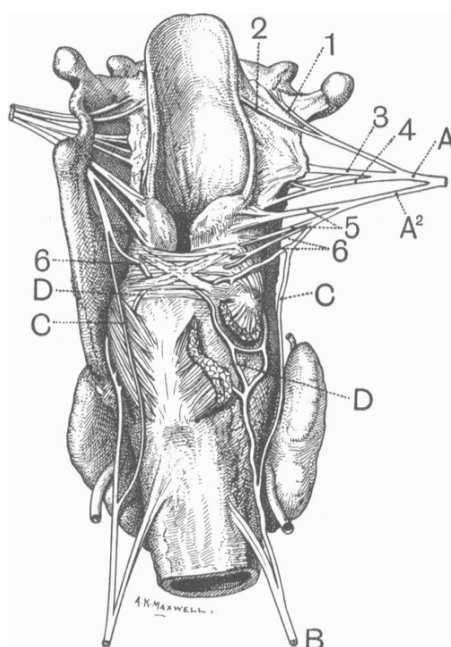
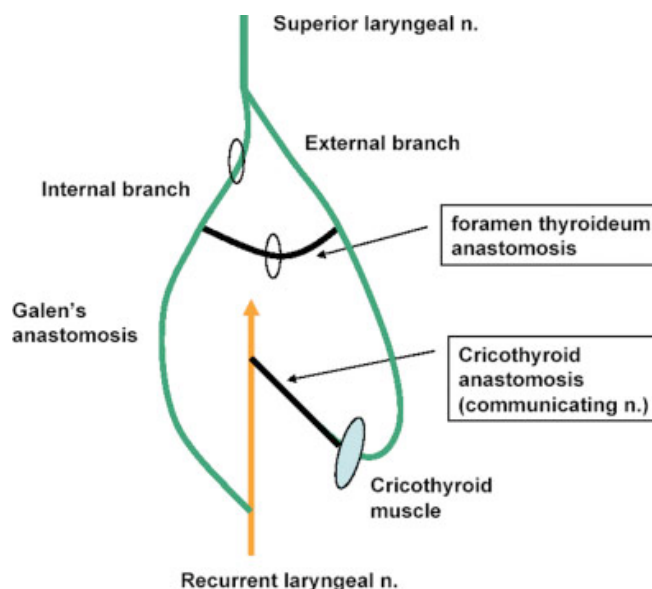


Fig.5: Innervación de la laringe según DILWORTH (1.921) (24)

La descripción de **DILWORTH (1.921) (24)** como *comunicación submucosa* ha recibido diferentes nominaciones, como “*nervio comunicante*”, “*nervio piriforme*” o “*anastomosis cricotiroidea*”, y según **SAÑUDO JR (26)** y **MARANILLO E y cols. (27)**, en disección de laringes de necropsias, no encuentran ninguna comunicación directa de entre la rama externa del nervio laríngeo superior, músculo tiroaritenoso y mucosa subglótica; en cambio si la identifican con alta frecuencia entre la rama externa del nervio laríngeo superior y el nervio laríngeo recurrente.

Esta conexión nerviosa juega el papel de segundo recurso motor de inervación del músculo tiroaritenoso y justifica que los estudios previos elaborados sobre el diferente posicionamiento que se aprecia tras parálisis de las cuerdas vocales, según la interpretación de determinadas teorías de inervación, resulten actualmente obsoletas, y que gracias a la realización de registros electromiográficos puede establecerse que las conexiones entre los nervios laríngeos (por el “*nervio comunicante*”) proporcionan suplencia motora y son responsables de la movilidad de las cuerdas, del caprichoso



Esquema 1: Nervio comunicante (109)

posicionamiento y del variable registro de neuromonitorización a pesar de la misma lesión nerviosa. **DILWORTH, (24), SAÑUDO (26), MARANILLO (27).**

MARTÍN OVIEDO y cols. (28). consideran que las descripciones neuroanatómicas laríngeas tradicionales han considerado como dogma principal que todos los músculos de la laringe, a excepción del músculo cricotiroides (CT), reciben su inervación exclusivamente del nervio laríngeo recurrente (NLR) y que la inervación del músculo cricotiroides (CT) es suministrada por la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) y una rama puramente sensible del nervio laríngeo interno (NIL).

Aunque el conocimiento de la anatomía y la fisiología de la laringe ha aumentado en los últimos años, hay preguntas sin respuesta aún intrigantes: ¿Por qué las cuerdas vocales adoptan diferentes posiciones después de la misma lesión nerviosa? ¿Por qué se han obtenido resultados diferentes en los estudios de reinervación laríngea?

Desde el desarrollo de la electromiografía laríngea (EMG), se ha propuesto que la posición de las cuerdas vocales depende de la actividad del músculo cricotiroides. Sin embargo, la presencia de diferentes patrones (EMG) de las cuerdas vocales con parálisis contradicen esta afirmación, y estas contradicciones ponen en entredicho que existen aspectos desconocidos de neuroanatomía laríngea, tales como el papel potencial que las conexiones entre los nervios laríngeos pudieran jugar, y así se podría explicar la variabilidad en la posición de las cuerdas vocales con parálisis.

Las conexiones entre el nervio laríngeo interno y nervio laríngeo recurrente, el nervio laríngeo interno y el nervio laríngeo externo, y el nervio laríngeo externo y el nervio laríngeo recurrente han sido descritas en los estudios de **SAÑUDO. (26)** La variabilidad en la incidencia de estas conexiones podría explicar la variación en los patrones previamente observados del Electromiograma (EMG) y en la posición de los pliegues de las cuerdas vocales.

Experimentalmente, la EMG y los estudios anatómicos realizados en perros han demostrado que estas conexiones pueden suministrar parte del nervio laríngeo, y la

inervación cruzada del músculo tiroaritenoso por una rama externa del nervio laríngeo superior a través de la comunicación entre el nervio laríngeo externo y el nervio laríngeo recurrente.

El estudio realizado por **MARTÍNEZ OVIEDO (28)** monitorizando intraoperatoriamente cada músculo laríngeo con electrodos intramusculares y estimulando exclusivamente cada nervio laríngeo previamente disecado ofrece la confirmación de la respuesta del EMG y la macroscópica real (contracción) tras la estimulación nerviosa; apreciándose que tras la estimulación del NLR se produce respuesta en el EMG del músculo cricotiroides (CT) en 7 de 13 pacientes, lo que sugiere que el músculo CT recibe una doble innervación, tanto del NLR como de la RENLS.

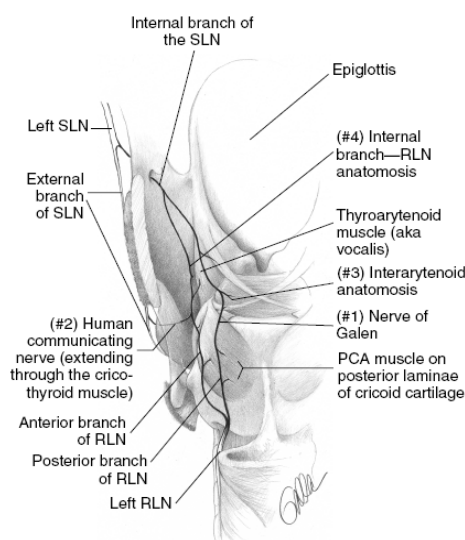


Fig.6. Nervio comunicante

Esto podría explicarse por el hecho de revelar la microdissección, la existencia de una conexión cricotiroides entre el nervio laríngeo recurrente y la rama externa del nervio laríngeo superior, lo que confirma que la neuroanatomía de la laringe es mucho más compleja que la descripción clásica y simplista de que el músculo CT está innervado exclusivamente por la RENLS y el resto de los músculos intrínsecos de la laringe están innervados por el NLR.

Finalmente, la ausencia de atrofia del músculo cricotiroideo cuando se presenta parálisis del nervio laríngeo superior podría ser explicado por la presencia de una conexión de CT que proporcionaría innervación motora adicional del NLR.

Actualmente aún se continúa debatiendo sobre los resultados comparativos entre cirugía con neuromonitorización y visualización directa. En este sentido va ganando amplia aceptación como complemento al “gold standard”, la neuromonitorización para

la identificación del nervio laríngeo recurrente y la rama externa del laríngeo superior, ya que con la estimulación intermitente se puede además trazar la posición nerviosa, y de sus ramas, y también pronosticar la función nerviosa al final de la intervención. **(BARCZYNSKY Y COLS.), (29).**

Aunque como se ha resaltado, varias técnicas han sido descritas para minimizar el potencial riesgo de lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior durante la disección y ligadura de los vasos tiroideos superiores (ligadura periférica de las ramas individualizadas a nivel de la cápsula tiroidea; identificación del nervio antes de la ligadura de los vasos del polo superior del tiroides; o la neuromonitorización intraoperatoria), debe insistirse en que la lesión puede ser evitada si se practica una meticulosa localización anatómica durante la disección quirúrgica; lo que sin embargo desgraciadamente, muchos cirujanos no realizan antes de la ligadura de los vasos del polo superior, probablemente porque el curso del nervio discurre más alejado en cerca del 15 %, quedando de ese modo protegido de la manipulación quirúrgica.

Una ventaja adicional que ofrece la utilización de neuromonitorización localizando la situación de la rama externa del laríngeo superior, es que permite realizar la disección del polo superior incluso en las situaciones variables en las que posicionalmente puede encontrarse, y sobre todo cuando el volumen del lóbulo y del polo superior suponen una situación de elevado riesgo.

4.1. ANATOMÍA DE LAS GLÁNDULAS TIROIDES Y PARATIROIDES

4.1.1.-EMBRIOLOGÍA DEL TIROIDES

Entre la 3ª y 11ª semana de gestación, se produce el desarrollo de la glándula tiroides. Al final de la tercera semana, aparece el primordio medial de la glándula tiroides (origen endodérmico), como una invaginación impar de epitelio endoblástico, situado en el suelo faríngeo debajo de la lengua, es decir, en la línea media del suelo de la boca primitiva, en el punto donde se situará el *foramen cecum*.

A la altura de esta depresión, las células del epitelio faríngeo son más altas que en las regiones vecinas. Su situación embriológica exacta corresponde a la parte medioventral del área mesobranquial, en la unión de los arcos viscerales II y III, región denominada cópula, que se localiza caudal al área deltoide, o de confluencia de los arcos I y II. La porción rostral del esbozo tiroideo forma una prominencia progresivamente mayor en el suelo de la boca primitiva por el incremento del mesénquima subyacente.

Este primordio formado por una evaginación endodérmica se va deprimiendo en el mesénquima subyacente mesobranquial en sentido caudal. Se sitúa en inmediata vecindad del saco aórtico junto al primordio que va a formar el corazón, y como éste, experimenta un desplazamiento caudal alargándose, formándose en su extremo inferior un divertículo endodérmico que al mes se va a bilobular delante de la cuarta bolsa faríngea.

En su emigración el primordio descendente va dejando un tallo que lo une al suelo faríngeo, que se denomina *conducto tirogloso de Hiss*. Este tallo o conducto en el 2º mes se fragmenta y desaparece, dejando en su punto de origen, que corresponde el dorso lingual, un hoyuelo denominado *foramen caecum*. El conducto puede a veces no reabsorberse, persistiendo en su totalidad, o dejando restos celulares que pueden diferenciarse en tejido tiroideo, originando de esta forma tiroides accesorios. Parte del extremo caudal del

conducto suele persistir, dando origen a una parte de la glándula denominada *lobus pyramidalis* o pirámide (30).

La estructura tiroidea, se va alargando, bifurca y lobula mientras desciende desde el suelo de la faringe frente al hueso hioides y el cartílago lingual hasta su posición final anterior a la tráquea al final de la séptima semana de gestación.

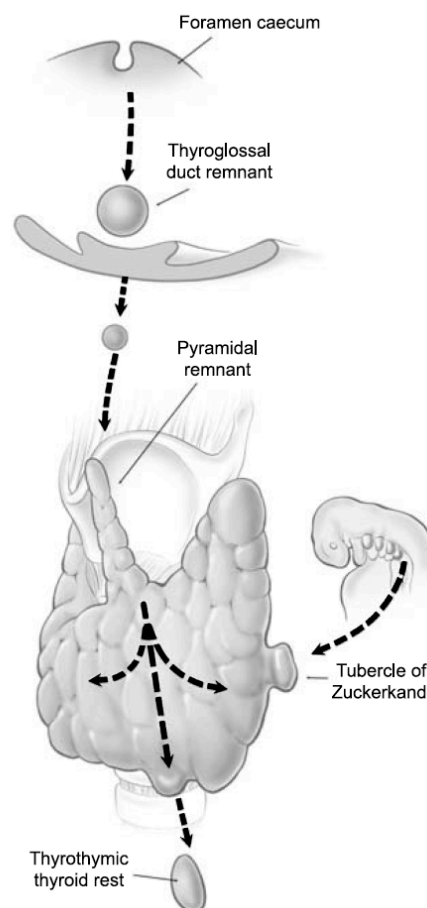


Figura 7: Embriología del tiroides

El primordio lateral originado en la cuarta y quinta bolsa faríngea desciende para unirse al primordio medial en la quinta semana de gestación contribuyendo a incrementar el 30 % de la glándula **(31)**, con células que proviene de la cresta neural, células parafoliculares o células C que producen Calcitonina. En la 7ª semana la glándulas alcanza su localización pretraqueal definitiva, aún cuando su vecino, el esbozo cardiaco, continúa descendiendo y consta ya de un istmo medial y dos lóbulos laterales, permaneciendo unido durante la migración a la lengua por el conducto tirogloso que más tarde se oblitera y permanece en forma de tracto fibroso o tejido muscular. Con el desarrollo del cuello embrionario, el corazón y los grandes vasos se separan del tiroides, pero algunos pequeños islotes de tejido tiroideo pueden permanecer adheridos a la aorta o a sus ramas, lo que explica la ocasional presencia de tejido tiroideo en la cavidad torácica.

El divertículo final del conducto, que origina el tiroides, que se denomina **vesícula tiroidea** comienza enseguida a tener una activa proliferación celular ordenada en un principio mediante agrupamientos cordonaes celulares intercalados de conectivo vascular, apreciándose que la disposición celular es en forma de cavidades a cuyo alrededor se disponen las células C, siendo esta disposición el inicio o esbozo de los **folículos**.

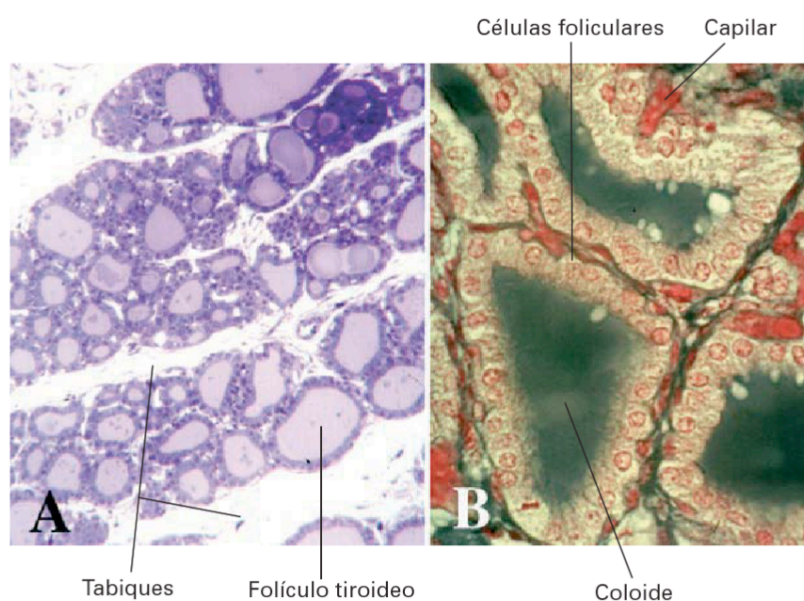


Fig.8. Folículos tiroideos con coloide

Dos semanas después, los cordones celulares irán tomando forma de auténticos folículos repletos de líquido coloide, y el tiroides va aumentando de tamaño y es captador de I, con lo que la glándula comienza a ser funcional en el feto de tres meses, aunque de la 10 a la 12ª semana ya es capaz de incorporar hormonas tiroideas a la circulación.

El desarrollo de los folículos, el coloide y el desarrollo anatómico de la glándula en general es estimulado por la TSH fetal, pues la placenta es impermeable a la TSH, T3 y T4 maternas. La TSH comienza a segregarse en el feto a la 10ª semana y antes puede detectarse Tiroglobulina.

En el curso del desarrollo del tiroides, parte de la glándula o del conjunto de la glándula pueden fallar en alcanzar su posición final. En algunos pacientes el tejido tiroideo ectópico puede encontrarse junto a la glándula tiroidea en la posición anatómica normal, y este tejido puede ser funcionante, por lo que es inadecuado mantenerlo cuando la glándula es extirpada. Ha sido identificado también en orofaringe, región infratiroidea, mediastino, laringe, tráquea y esófago.

El tiroides lingual fue comunicado por primera vez por **HICKMAN** en 1.869 **(32)**, y aunque es raro, es la localización más frecuente (1/3.000 a 1/10.000), con mayor incidencia en el sexo femenino **(33)**.

Se trata de una malformación embriológica que ocupa típicamente una posición media en la base de la lengua entre el foramen cecum y la epiglotis, y a menudo su aspecto es de masa redondeada lobulada cubierta con mucosa normal con diferente grado de vascularización y patrón histológico consistente, con tejido tiroideo maduro en un 25% de los casos y con matiz totalmente diferente al del tejido de la lengua que le rodea,

El timo comparte su origen junto a las glándulas paratiroides inferiores en la porción ventral de la tercera bolsa faríngea y desciende hasta el mediastino; aunque

tejido ectópico o accesorio puede encontrarse desde la glándula tiroidea, que habitualmente representa el lugar más común de localización ectópica.

4.1.2.- ANATOMÍA DE LA GLÁNDULA TIROIDES

En 1.543 el anatomista **Andreas Vesalio** (1514–1564) describió originariamente la “glandulae laryngis” en su obra de Anatomía “De Humani Corporis Fabrica” publicada en Basilea (Suiza), (34); y la primera imagen de la glándula en forma de herradura procede de **Julius Casserius** (1545-1616)(35), alumno de **Hieronymus Fabricius de Aquapendente** Profesor y Jefe de Anatomía y Cirugía de la Universidad de Padua entre 1.609 y 1.616, aunque **Leonardo da Vinci** (1.452-1.519) en algunos de sus dibujos ya representó al tiroides junto a la laringe.

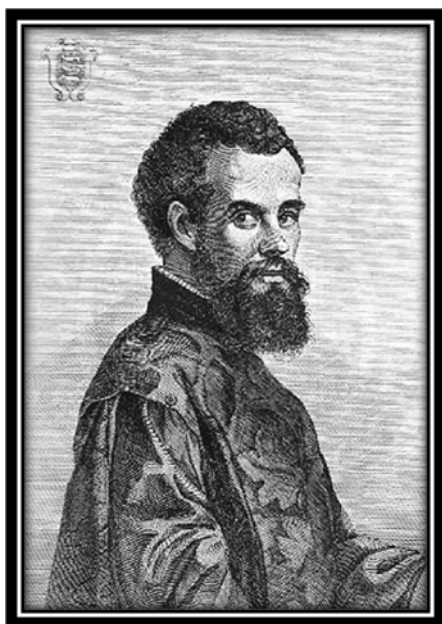


Fig.9. A. Vesalius



Fig.10. Leonardo da Vinci



Fig. 11. T. Wharton

El término “glandula thyreoidea” fue empleado por primera vez por **Thomas Wharton** (Londres, 1.656) y **Albrecht von Haller**, (Göttingen, Alemania, 1.776), que le atribuyeron propiedades secretorias endocrinas a esta glándula con forma de escudo protector (“shield gland”), aunque la palabra inglesa para la glándula tiroidea deriva del griego “thyreoeidos” con igual significado.

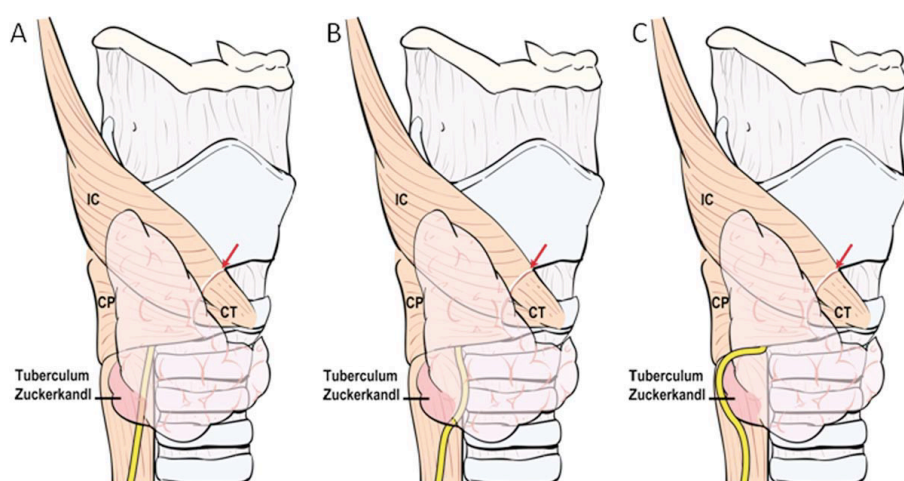
El tiroides, consta de dos lóbulos laterales unidos por el istmo situado delante de la tráquea con un peso aproximado de 15–25 g en los adultos **(Hoyes and Kershaw, 1985),(36)**, y miden 4 cm de largo por 15-20 mm de ancho y 20-39 mm de grosor, aunque debe considerarse que estas medidas pueden estar alteradas drásticamente por enfermedad tiroidea.

La glándula está cubierta por una delgada cápsula fibrosa sin auténticas lobulaciones. El lóbulo lateral del tiroides está situado entre la tráquea la porción medial de la laringe, y la vaina carotídea y el músculo esternocleidomastoideo lateralmente.

Lateralmente la fascia cervical profunda crea una falsa cápsula en la porción lateral de la glándula **(DeGroot et al., 1.996). (37)**. Anteriormente, la glándula está cubierta por la fascia superficial y el platisma, y posteriormente la condensación de la fascia cervical profunda forma el ligamento suspensorio de Berry fijando el tiroides a la tráquea y la laringe. El ligamento está adherido al borde inferior del cuerno del cartílago cricoides extendiéndose ínfero-medialmente a la pared traqueal fijando el tiroides al primero y segundo anillo traqueal, y es responsable de la elevación de la glándula durante la deglución. **(38)** La cápsula tiroidea externa, es deficiente en la línea media anterior, y con cierta frecuencia el elevador de la glándula tiroidea aparece mezclado con elementos foliculares en esta región., **(39)**.

El **Tubérculo de Zuckerkandl** representa el remanente del proceso tiroideo lateral (último cuerpo branquial), y es una estructura bilateral que surge como una proliferación del endodermo faríngeo, de la porción ventral de la cuarta bolsa faríngea y el vestigio de la quinta bolsa. Los últimos cuerpos branquiales llevan al tiroides las glándulas paratiroides superiores y las células parafoliculares y se desarrollan más tarde que el proceso medial tiroideo, que surge del suelo de la faringe y desciende en la línea media para formar posteriormente una estructura bilobulada anterior a la tráquea. Eventualmente el último cuerpo branquial lateral se fusiona con el proceso tiroideo medio y se separa de la faringe.

La proyección posterior residual, cuando está presente es lo que constituye el Tubérculo de Zuckerkandl, y su reconocimiento y extirpación es muy importante para la adecuada realización de una tiroidectomía total. Además, se describe situado siempre por encima del nervio laríngeo recurrente sirviendo como punto de referencia para la identificación en cirugía tiroidea, y teóricamente también de separación de las glándulas paratiroides superior e inferior, aunque realmente ha sido sugerida su proximidad a la glándula paratiroides superior situada craneal y posterior al tubérculo. (40).



Relación con el NLR.

Fig. 13.E. Zuckerkandl

Fig.12. T. de



Zuckerkandl.

El **Lóbulo piramidal e istmo**, constituyen en ocasiones un potencial fracaso de la cirugía tiroidea y podrían ser fuente de enfermedad recurrente si es conservado. Representa la porción inferior del conducto tirogloso y puede estar unido al hueso hioides por una banda de tejido fibroso medianamente mayor en el sexo masculino que en el femenino que mide entre 14 y 29 mm y está presente con una incidencia entre el 15-75% (41).

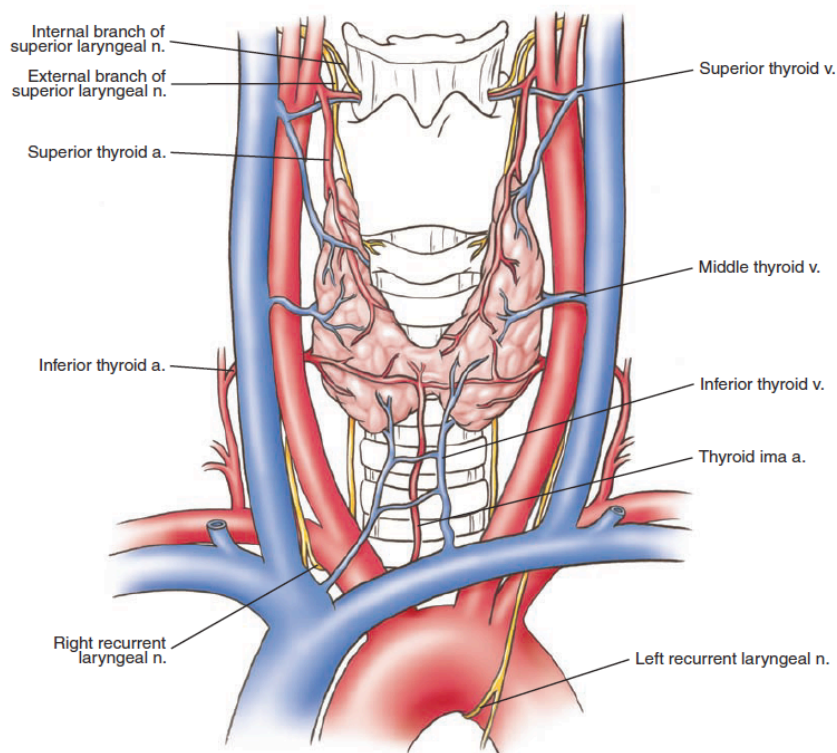


Fig.14. Anatomía del tiroides. Vista anterior

El istmo, une los dos lóbulos laterales y mide 20 mm de longitud y de ancho y entre 2-6 mm de grosor, estando localizado por delante del segundo y tercer anillo traqueal. **Marshall (42)** en su revisión de las variantes anatómicas de la glándula tiroidea refiere en el 7% de los casos un lóbulo mayor que otro y ausencia del lóbulo piramidal en el 10 %; y **Braun y cols. (2.007) (43)**, en el 6,9%.

Hay dos hormonas tiroideas biológicamente activas: tiroxina (T4) y 3, 5, 3' triyodotironina (T3) que se componen de un anillo de fenilo unido a través de un enlace éter a una molécula de tirosina. Ambos, tienen dos átomos de yodo en el interior del anillo, y se diferencian en que la T4 tiene dos átomos de yodo en su fenilo (exterior) de anillo, mientras que la T3 sólo tiene uno. El compuesto que se forma cuando un átomo de yodo se elimina del anillo interior de la T4 es de 3,3', 5'-triyodotironina (T3 inversa rT3), que no tiene actividad biológica. La T4 es solamente un producto de la glándula tiroides, mientras que la T3 es un producto del tiroides y de muchos otros tejidos, que se produce por desyodación de la T4.

La tiroglobulina es la proteína yodada que pertenece al grupo de las glicoproteínas y tiene un peso molecular de 660.000 Daltons. Es sintetizada por el tiroides en respuesta a la estimulación de la tirotropina o TSH, y el código genético que permite su síntesis se encuentra localizado en la especie humana en el cromosoma 8. La tiroglobulina es la molécula precursora de las hormonas tiroideas triyodotironina (T3) y tetrayodotironina o tiroxina (T4) que ejercen efectos generales y específicos sobre el crecimiento.

Efectos generales

El efecto general de la hormona tiroidea consiste en la activación de la transcripción nuclear de un gran número de genes. Por consiguiente, en casi todas las células del organismo se sintetiza un elevado número de enzimas proteicas, proteínas estructurales, proteínas transportadoras y otras sustancias. El resultado neto es un aumento generalizado de la actividad funcional en todo el organismo.

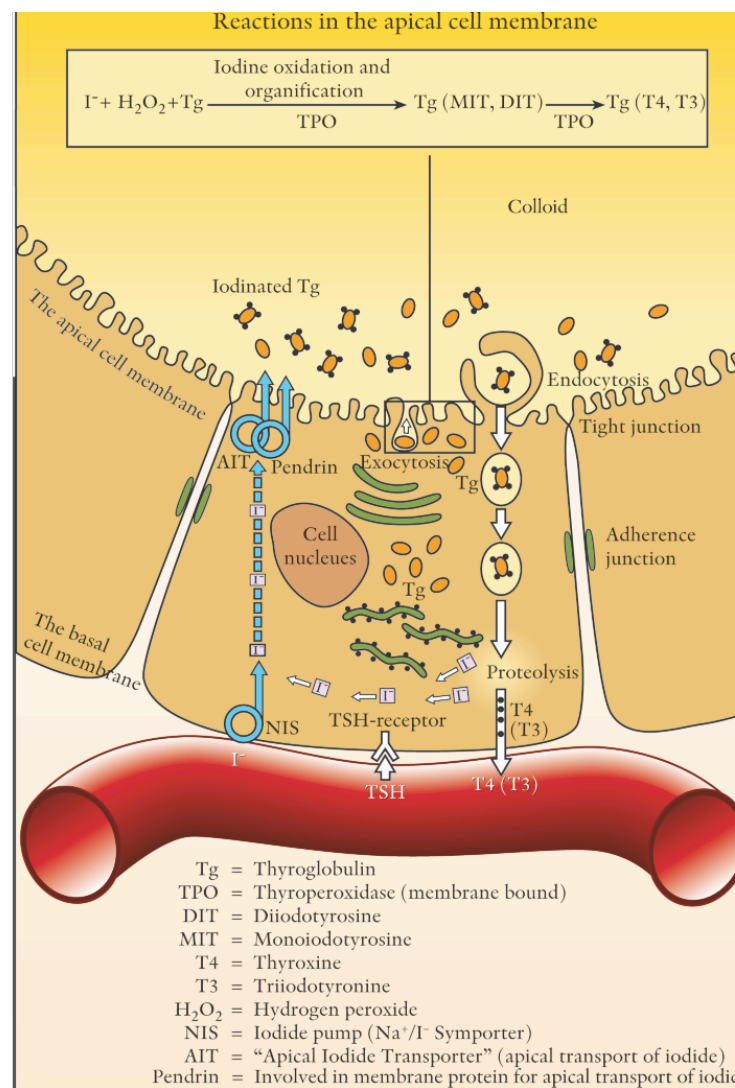


Fig.16.Síntesis de Tiroxina

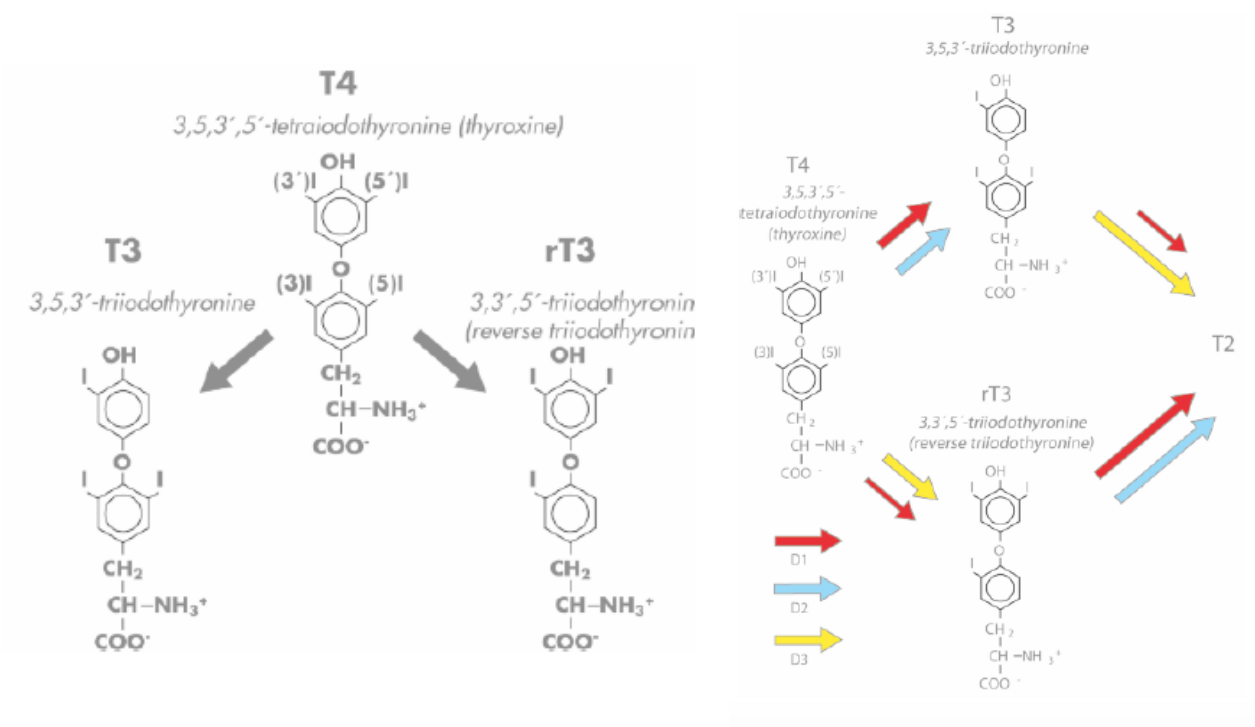
Casi toda la tiroxina secretada por el tiroides se convierte en triyodotironina cuando pierde un yoduro, y los receptores intracelulares de la hormona tiroidea poseen una gran afinidad por la triyodotironina. Por consiguiente, alrededor del 90% de las moléculas de hormona tiroidea que se unen a los receptores, es triyodotironina y tan solo un 10% tiroxina.

Las hormonas tiroideas activan receptores nucleares unidos a las cadenas de ADN o junto a ellas. Al unirse a esta hormona, los receptores se activan y comienzan el proceso de transcripción. A continuación, se forma una cantidad elevada de ARN mensajero de distintos tipos, seguido por unos minutos u horas de la traducción del ARN en los ribosomas citoplásmicos, para formar cientos de proteínas intracelulares nuevas.

No obstante, no todas las proteínas aumentan en un porcentaje similar; algunas lo hacen sólo ligeramente y otras llegan a aumentar hasta seis veces. Se cree que la mayoría de las acciones de la hormona tiroidea son consecuencia de las funciones enzimáticas y de otros tipos de acciones de estas nuevas proteínas.

Las hormonas tiroideas aumentan las actividades metabólicas de casi todos los tejidos del organismo. El metabolismo basal aumenta entre el 60% y el 100% por encima de lo normal cuando se secretan cantidades elevadas, y la velocidad de utilización de los alimentos como fuente de energía se encuentra muy acelerada, aunque la síntesis de proteína aumenta, también lo hace el catabolismo proteico.

Las hormonas tiroideas incrementan el número y la actividad de las mitocondrias. Si se administra tiroxina o triyodotironina a un animal, las mitocondrias de casi todas las células de su organismo aumentan de número y de tamaño. Es más, la superficie total de la membrana de las mitocondrias se incrementa de forma casi proporcional al aumento del metabolismo de todo el animal. Por lo tanto, una de las principales funciones de la tiroxina consiste simplemente en elevar el número y la actividad de las mitocondrias, que a su vez aumentan la formación de trifosfato de adenosina (ATP), que estimula la función celular. Con todo, este incremento en el número y actividad de las mitocondrias, podría ser el resultado de la mayor actividad de las células.



Esquema 2. Fisiología hormona tiroidea

Una de las enzimas que aumentan en respuesta a la hormona tiroidea es la Na-K ATPasa; ésta, a su vez, potencia el transporte de iones sodio y potasio a través de la membrana celular de determinados tejidos. Este proceso requiere energía y eleva la cantidad de calor producida en el organismo, por lo que se ha propuesto que quizá constituya uno de los mecanismos mediante los cuales la hormona tiroidea eleva el metabolismo. De hecho, la hormona tiroidea determina asimismo que la membrana de casi todas las células pierda iones sodio, con lo que se activa el bombeo de sodio y se incrementa aún más la producción de calor.

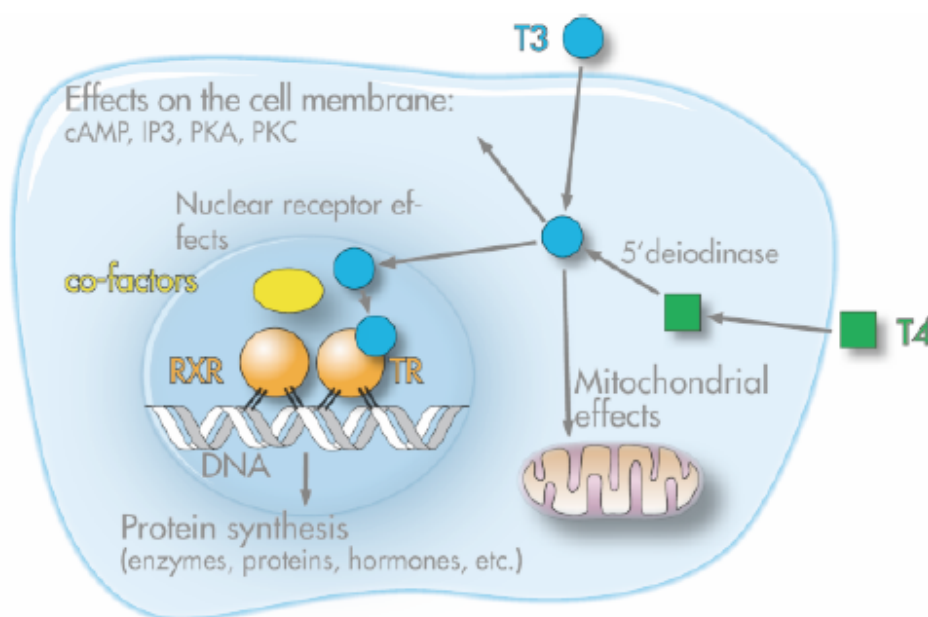


Fig. 17. Efectos celulares de la hormona tiroidea

Estimulación del metabolismo de los lípidos

Casi todos los aspectos de metabolismo de los lípidos también se potencian con los efectos de la hormona tiroidea. En concreto, los lípidos se movilizan con rapidez del tejido adiposo, lo que disminuye los depósitos de grasas del organismo en mayor medida que casi todos los demás tejidos. Este factor también incrementa la concentración plasmática de ácidos grasos libres y acelera su oxidación por las células.

Mayor necesidad de vitaminas

Debido a que la hormona tiroidea incrementa la cantidad de numerosas enzimas corporales y que las vitaminas suponen una parte esencial de algunas enzimas o coenzimas, la hormona tiroidea eleva las necesidades de vitaminas. Por consiguiente, a

veces aparece un déficit vitamínico cuando se secreta una cantidad excesiva de hormona tiroidea.

Aumento del metabolismo basal

La hormona tiroidea aumenta el metabolismo de casi todas las células del organismo, por lo que una cantidad excesiva en ocasiones eleva el metabolismo basal hasta un 60-70% por encima de las cifras normales.

Descenso del peso corporal

Un gran aumento de la hormona tiroidea casi siempre produce adelgazamiento, mientras que la disminución de hormona produce de un aumento del peso del cuerpo; no siempre se producen estos efectos, ya que la hormona tiroidea también incrementa el apetito, lo que compensa el cambio metabólico.

Efectos sobre el aparato cardiovascular

Aumento del flujo sanguíneo y del gasto cardíaco debido a que el aumento del metabolismo en los tejidos acelera la utilización de oxígeno e induce la liberación de una cantidad excesiva de productos metabólicos finales a partir de los tejidos. Estos efectos dilatan los vasos de casi todos los tejidos orgánicos, elevando así el flujo sanguíneo. Como consecuencia, aumenta el gasto cardíaco que se eleva un 60% o más por encima de los niveles normales cuando existe una cantidad excesiva de hormona tiroidea. La hormona tiroidea ejerce un efecto directo sobre la excitabilidad del corazón, que a su vez aumenta la frecuencia cardíaca.

Aumento de la respiración

El incremento del metabolismo eleva la utilización de oxígeno y la formación de dióxido de carbono con lo que se activan todos los mecanismos que aumentan la frecuencia y la profundidad de la respiración.

Aumento de la motilidad digestiva

Además de aumentar el apetito y el consumo de alimentos, la hormona eleva la secreción de jugos digestivos y la motilidad del aparato digestivo. El hipertiroidismo puede acompañarse de diarrea, mientras que la ausencia de la misma puede producir estreñimiento.

Excitación del sistema nervioso central

La hormona tiroidea acelera la función cerebral, pero a menudo también la disocia; por el contrario, la ausencia de hormona tiroidea disminuye esta función. Las personas con hipertiroidismo son propensas a sufrir un gran extremo de nerviosismo y muchas tendencias psiconeuróticas, como complejos de ansiedad, preocupación extrema y paranoia.

Efecto sobre la función muscular

Un incremento de la hormona tiroidea desencadena una reacción muscular enérgica, pero cuando la cantidad de hormona resulta excesiva, los músculos se debilitan debido a un catabolismo excesivo de las proteínas. En cambio, la carencia de hormona tiroidea disminuye la actividad de los músculos, que se relajan lentamente tras una contracción.

Efecto sobre el sueño

La hormona tiroidea ejerce un efecto agotador sobre la musculatura y sobre el sistema nervioso central, por lo que las personas con hipertiroidismo suelen sentirse siempre cansadas, aunque les resulta difícil conciliar el sueño debido a sus efectos excitantes sobre la sinapsis.

Efectos sobre otras glándulas endocrinas

El aumento de la hormona tiroidea eleva la secreción de casi todas las demás glándulas endocrinas, aunque también la necesidad tisular de hormonas. Asimismo, la hormona tiroidea aumenta muchas actividades metabólicas relacionadas con la formación del hueso, y eleva las necesidades de hormona paratiroidea.

4.1.4.- EMBRIOLOGÍA Y ANATOMÍA DE LAS GLÁNDULAS PARATIROIDES

Las glándulas paratiroides son de origen endodérmico y se desarrollan desde la tercera y cuarta bolsa faríngea. La primera descripción anatómica detallada fue publicada por **WELSH** en 1.898(44), y posteriormente por **HALSTED** y **EVANS** en 1.907 (45), distinguiendo las glándulas superiores de las inferiores, y debido a su migración embriológica pueden localizarse en cualquier lugar entre el hueso hioides y el mediastino.

Las glándulas paratiroides superiores se originan en la cuarta bolsa faríngea y tienen un recorrido embriológico corto, permaneciendo junto al lóbulo tiroideo en la vecindad del hilio de la arteria tiroidea inferior. Su localización es más constante, y la gran mayoría (80%) se ubica en un área circunferencial de 2 cm a la distancia de 1 cm por encima de la intersección del nervio laríngeo recurrente y la arteria tiroidea inferior, normalmente dentro de la fascia que cubre la glándula tiroidea y sobre la cápsula tiroidea.

El 12% de las glándulas paratiroides superiores pueden estar debajo de la cápsula tiroidea, cerca del 2% quedan en el límite superior del lóbulo y solo el 0,8% están por encima de este nivel, pudiendo encontrarse en otras localizaciones ectópicas en situación retrofaríngea; retroesofágicas, o incluso muy ocasionalmente dentro del parénquima tiroideo (0,7-3,6%) **(PROYE , 1.994) (46), (47). (Fig.14, 15)**

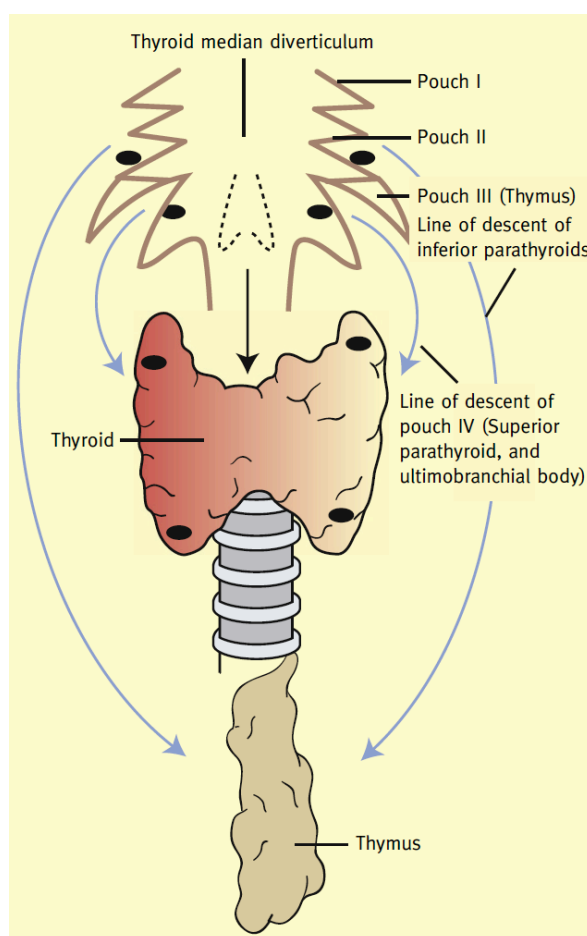


Fig.18. Embriología de las glándulas paratiroides

Las glándulas paratiroides inferiores, derivadas de la tercera bolsa faríngea y descienden con el desarrollo del timo, por lo que su posición es más inconstante, de modo que en casos extremos pueden alcanzar el pericardio; y a pesar de la variabilidad posicional, existe frecuente simetría entre ambos lados (80% las superiores y 70% las

inferiores) y habitualmente se localizan más anteriores que el nervio laríngeo recurrente, que de modo similar casi siempre es medial a la glándula paratiroides inferior. La mayoría se sitúa en posición inferior, lateral o posterior al polo inferior de la glándula tiroides, aunque otra localización común es inmediatamente inferior muy próxima al timo y debajo de él en el 2% de los casos y más raramente en el mediastino anterior. Cuando las glándulas fallan en su migración embriológica, puede quedar un remanente de tejido tímico. **(47)**; y las ectopias como se ha comentado anteriormente pueden descender hasta el borde superior del pericardio. **(Fig.15)**

Una característica de notable interés quirúrgico es, que en la mayoría de los casos las glándulas se encuentran en posición simétrica en el cuello **(48)** y en estrecha proximidad al tiroides, encontrándose simétricas las superiores en un 80% y las inferiores en el 70% respectivamente con una simetría relativa las cuatro glándulas del 60%.

Las glándulas son habitualmente cuatro, y supernumerarias en el 2,5% al 15 %. Habitualmente son pequeñas y rudimentarias con un peso menor de 5 mg y su número puede ser variable con series,**(49)** en las que se detectan seis glándulas en el 0,5%; cinco en el 25%; cuatro glándulas en el 87% y tres glándulas en el 3%.

El peso combinado de las glándulas normales está entre 106-166 mg en el varón y 130-168 mg en la mujer, con un peso por cada una entre 30-40 mg y un color que varía del amarillo al marrón rojizo, midiendo entre 3-8 mm y con forma oval. La vascularización de ambas paratiroides, superiores e inferiores procede en un 76-86% de la arteria tiroidea inferior.**(49), (50)** . **(Fig.16)**

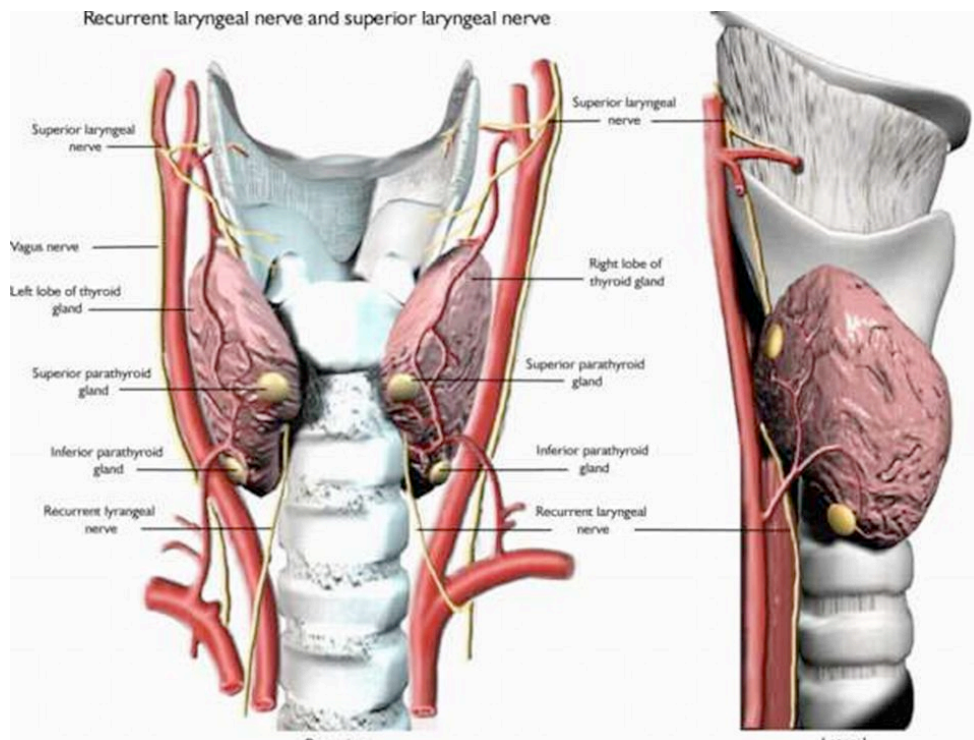


FIG.19. ANATOMÍA GLÁNDULAS PARATIROIDES (VISTA POSTERIOR)

Debe ser tenido en cuenta, que cuando aumentan de tamaño estas glándulas adicionales, son a menudo responsables de hiperparatiroidismo persistente tras la exploración paratiroidea, especialmente en pacientes con hiperparatiroidismo secundario o hiperparatiroidismo asociado con síndromes familiares **(51)**.

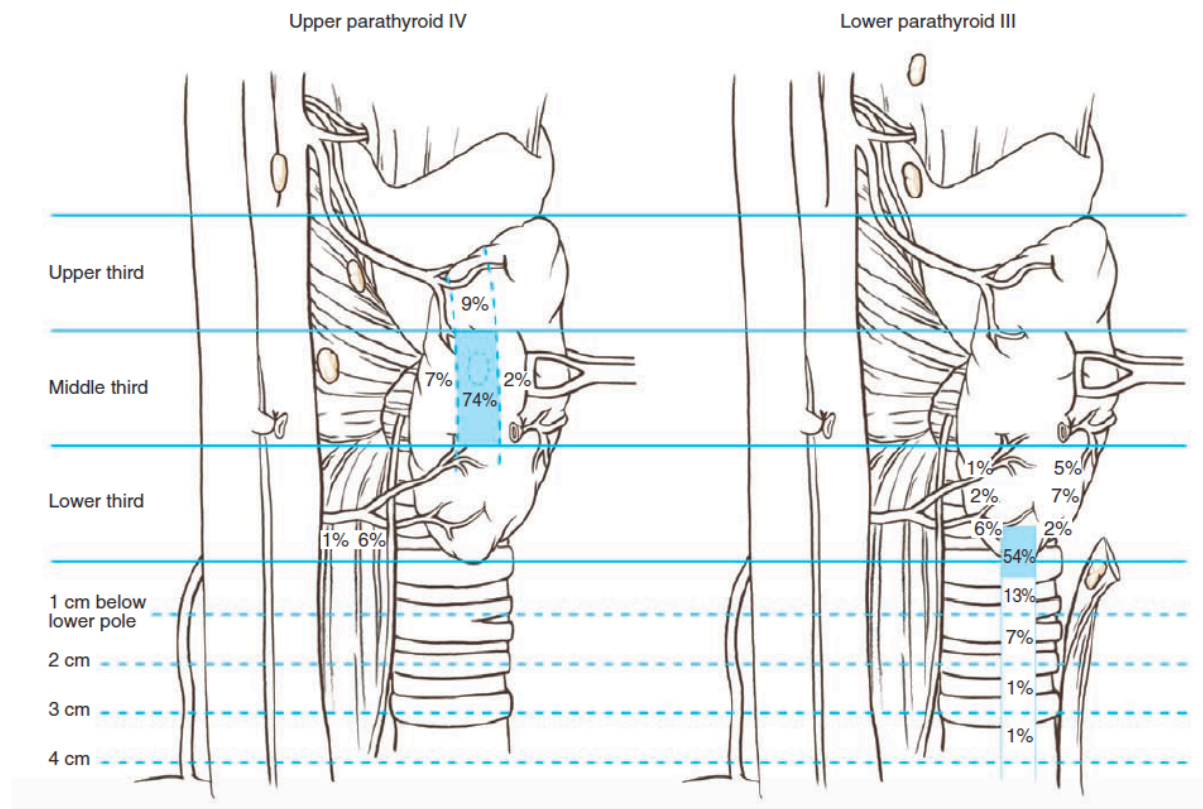
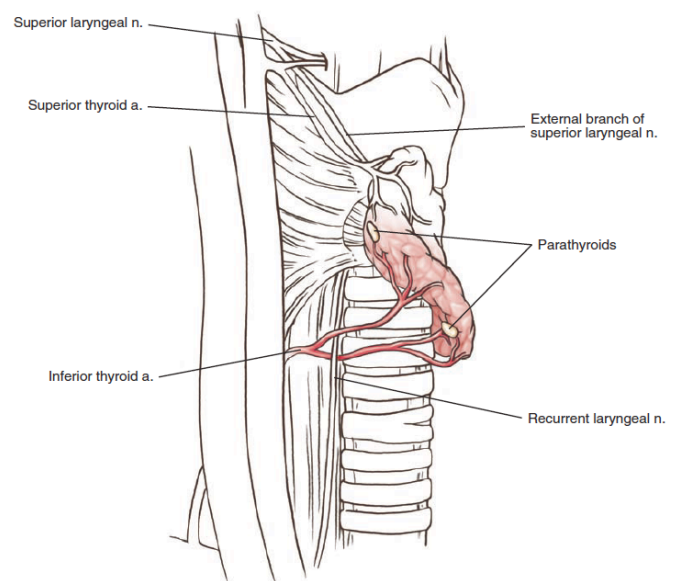
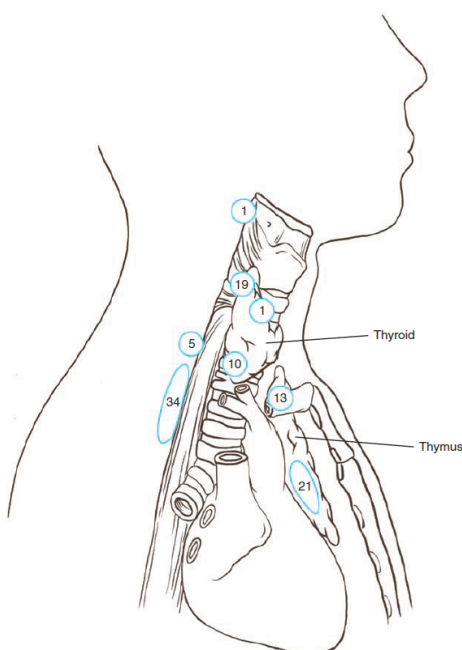


Fig. 20, 21, 22 y 23. Anatomía Glándulas Paratiroides: localización y vascularización



Histológicamente, están rodeadas de una cápsula y están formadas por tres tipos de células, las células principales encargadas de la producción de hormona paratiroidea (PTH), las células oxífilicas y las células acuosas de las que se desconoce su función. La hormona paratiroidea participa en el control de la homeostasis del calcio y fósforo, así como en la fisiología del hueso.

La glándula paratiroides del ser humano adulto, contiene fundamentalmente células principales y un moderado número de células oxífilicas, pero las células oxífilicas faltan ocasionalmente en humanos jóvenes. Se cree que las células principales secretan la mayoría de la PTH; sin embargo, no está clara la función de las células oxífilicas, pues se cree que son células principales modificadas o vacías que ya no secretan hormona.

4.1.5.-FUNCIONES DE LA HORMONA PARATIROIDEA (PTH)

La hormona paratiroidea (PTH) representa un potente mecanismo para el control de las concentraciones extracelulares de calcio y fosfato al regular la reabsorción intestinal, la excreción renal y el intercambio de estos iones entre el líquido extracelular y el hueso. El exceso de actividad de las glándulas paratiroides causa una absorción rápida de sales de calcio en los huesos, con la consiguiente hipercalcemia en el líquido extracelular; por el contrario, la hipofunción de la glándula paratiroides da lugar a hipocalcemia, a menudo con tetania.

La hormona paratiroidea ha sido aislada en forma pura. Es sintetizada primero en los ribosomas en forma de una preprohormona, una cadena polipeptídica de 110 aminoácidos. Esta es escindida primero y se convierte en una prohormona de 90 aminoácidos, y después en la hormona propiamente dicha, de 84 aa, en el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi; finalmente, es empaquetada en gránulos secretorios en el citoplasma de las células. La hormona final tiene un peso molecular de 9500

daltons aproximadamente. También se han aislado de las glándulas paratiroides compuestos más pequeños de tan sólo 34 aminoácidos contiguos al extremo N-terminal de la molécula, que muestran actividad plena de PTH. De hecho, dado que los riñones eliminan rápidamente la hormona completa de 84 aa en minutos, pero los fragmentos duran horas, una gran proporción de la actividad hormonal está causada por los fragmentos.

Efectos sobre las concentraciones de calcio y de fosforo

La PTH parece tener dos efectos sobre el hueso que provocan la absorción de calcio y fosforo. Uno es una fase rápida que se inicia en minutos y aumenta progresivamente durante varias horas. Esta fase es el resultado de la activación de las células óseas ya existentes, los osteocitos, para provocar la absorción de calcio y de fosforo. La segunda fase es mucho más lenta, y requiere para su pleno desarrollo de varios días o incluso semanas; es el resultado de la proliferación de osteoclastos, seguido de un gran aumento de la reabsorción osteoclástica del propio hueso, no meramente de sales de fosfato cálcico del hueso. También aumenta la reabsorción tubular renal de calcio al mismo tiempo que disminuye la reabsorción de fosforo; e incrementa la tasa de reabsorción de iones magnesio e hidrogeniones al tiempo que reduce la reabsorción de iones sodio, potasio y aminoácidos como lo hace con el fosforo.

La absorción de calcio y de fosforo en el intestino, es facilitada por la PTH aumentando en los riñones la formación 1,25 dihidroxicolecalciferol a partir de la vitamina D.

Control de la secreción paratiroidea por las concentraciones de iones calcio

La secreción de PTH, a su vez, es regulada por el calcio sérico ionizado que actúa a través de una sensibilidad fundamental al calcio de los receptores (CaSR) en la superficie de las células paratiroides. El receptor cuenta con un terminal amino, siete segmentos transmembrana, y un menor terminal carboxilo intracelular. Cuando es

activado por un pequeño aumento en el calcio ionizado sérico, el complejo calcio-receptor actúa a través de uno o más nucleótidos de guanina-unión (G) de la proteína a través de segundos mensajeros como el calcio intracelular y el inositol fosfatos para inhibir la secreción de PTH. Por el contrario, el efecto de la desactivación del receptor por un pequeño descenso en el calcio ionizado sérico estimula la secreción de PTH.

4.1.6.-ANATOMÍA VASCULAR DEL TIROIDES

La vascularización de la glándula tiroides deriva principalmente de las arterias tiroideas superior e inferior que generalmente son constantes. Un tercer vaso, la arteria tiroidea “ima”, en algunos casos puede reemplazar a la arteria tiroidea inferior y llegar a ser una de las principales arterias que abastecen la glándula. El drenaje venoso es paralelo al drenaje linfático y es mantenido por las venas tiroideas superior, media e inferior.

4.1.6.1.-VASCULARIZACIÓN ARTERIAL

La arteria tiroidea superior habitualmente se describe como la primera rama de la carótida externa junto a la bifurcación carotídea. Cruza la superficie externa del músculo constrictor inferior de la faringe con la vena tiroidea superior entrando en la glándula posteromedialmente justo debajo del punto más alto del lóbulo superior, junto a la rama externa del nervio laríngeo superior (49).

En el trayecto de la arteria sobre la faringe, está recubierta superiormente por el músculo esternocleidomastoideo y la lámina superficial de la fascia cervical; más inferiormente por los músculos infrahioideos y la lámina pretraqueal de la fascia cervical.

Ramas colaterales

a)-Rama esternocleidomastoidea de la arteria tiroidea superior que penetra en la porción media del músculo esternocleidomastoideo cerca de su borde anterior.

b)-Arteria laríngea superior, que se vuelve profunda al músculo tirohioideo, penetra la membrana tirohioidea y se distribuye por los músculos de la laringe y la mucosa del vestíbulo.

Ramas terminales

La arteria tiroidea superior se divide en el vértice del lóbulo lateral de la glándula tiroides en tres ramas: *anterior*, *lateral* y *posterior*. Descienden una sobre la cara anterior, otra sobre la cara lateral y la tercera sobre la cara posterior del lóbulo lateral. La rama anterior, se anastomosa, en el borde superior del istmo, con la rama correspondiente del lado opuesto (**Fig.8**); además, da origen a la arteria cricotiroidea (arteria laríngea inferior), que se describe como una rama colateral de la arteria tiroidea superior. La rama cricotiroidea se dirige medialmente y se anastomosa anteriormente a la membrana cricotiroidea con la del lado opuesto. Irriga el músculo cricotiroideo y la mucosa subglótica.

La arteria tiroidea inferior es la rama más medial del tronco tirocervical. Asciende, al principio verticalmente, hasta la proximidad del tubérculo anterior de la apófisis transversa de la sexta vértebra cervical, y pasa medialmente a las inserciones del músculo escaleno anterior. A continuación la arteria se incurva y se dirige medial y luego inferiormente, describiendo así una primera curva de concavidad inferior, cuyo segmento transversal pasa entre la arteria carótida común, que es anterior, y la arteria vertebral, que es posterior. Después de un trayecto descendente de longitud variable, la arteria tiroidea inferior se endereza, se vuelve ascendente y alcanza el extremo inferior de la glándula tiroides, donde se divide en ramas terminales. En esta última porción, siempre muy corta, sigue a la tráquea y el esófago, y cruza el nervio laríngeo recurrente.

Ramas colaterales

- a) *Ramas musculares*
- b) *Ramas esofágicas y traqueales*
- c) *Arteria laríngea inferior*, que asciende con el nervio laríngeo recurrente por la cara posterior de la laringe

Ramas terminales

La arteria tiroidea inferior se divide en el extremo inferior de la glándula tiroides en tres ramas: *inferior*, *posterior* y *profunda*. La rama inferior sigue por el borde inferior de la glándula tiroides y se anastomosa con la del lado opuesto. La rama posterior asciende por la cara posterior de la glándula tiroides y se anastomosa con la rama posterior de la arteria tiroidea superior. La rama medial o profunda se insinúa entre la tráquea y la glándula tiroides, y se ramifica por la cara medial de la glándula

Presenta una cercana asociación con el nervio laríngeo recurrente y su relación anatómica es altamente variable. Pasa profundamente a la vaina carotídea y asciende anteriormente a nivel del polo inferior de la glándula tiroides. Esta arteria irriga las glándulas paratiroides superior e inferior, aunque la arteria tiroidea superior puede irrigar en ocasiones las glándulas paratiroides superiores.

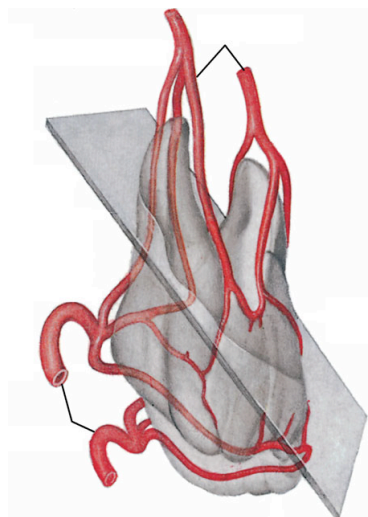
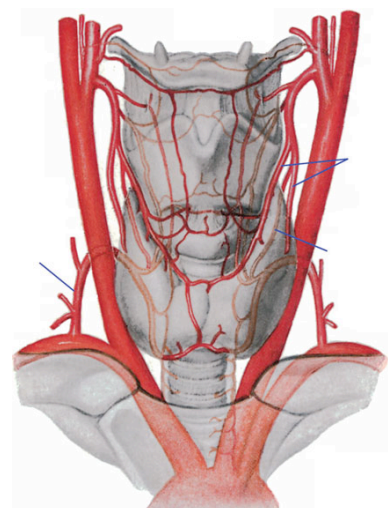


Fig.24. Vascularización arterial glándula tiroides



Ocasionalmente, en un 3% se identifica una rama de la aorta o *arteria innominada* que asciende frente a la tráquea e irriga la porción inferior de la glándula tiroides.

MIZRACHI, SWARTZWELDER, SHAHA, (2.015)(52) proponen una clasificación anatómica de la vascularización del polo superior que creen útil para abordarlo evitando complicaciones en su cirugía; y está basada, en observaciones anatómicas fruto de su gran experiencia quirúrgica durante 35 años.

Se conoce, que la arteria tiroidea superior es la primera rama anterior de la carótida externa, aunque a veces raramente puede originarse en la arteria carótida común cerca de la bifurcación. El curso por lo tanto está situado lateral a la laringe en la profundidad del haz muscular, discurriendo superficialmente al borde anterior del lóbulo, dividiéndose en ramas antes de la entrada a la glándula, formando colaterales hacia los vasos del lóbulo contralateral. La rama externa del nervio laríngeo superior tiene un curso variable, pero habitualmente se localiza en estrecha proximidad a la arteria tiroidea superior antes de entrar en el músculo cricotiroides, por lo cual la ligadura de dicha arteria si se hace demasiado alta puede poner en riesgo el nervio.

Establecen tres tipos de vascularización al polo superior:

Tipo 1: Muy fácil de disecar y entraña escaso riesgo de lesión nerviosa y hemorragia.

Tipo 2: El polo superior es más ancho que el tipo 1 con un pedículo vascular en forma de Δ que puede suponer más riesgo de lesión nerviosa si el cirujano intenta llegar a la raíz del pedículo vascular superior.

Tipo 3: Probablemente el más complejo de todos con un polo superior y un pedículo vascular más ancho y con múltiple ramificación de los vasos sanguíneos. Esta variación puede acarrear un riesgo tanto para la rama

externa del nervio laríngeo superior como en el tipo 2, e incrementa la posibilidad de hemorragia debido al aumento del número de vasos dentro del pedículo vascular.

El acceso al polo superior debe permitir exponer al cirujano el pedículo vascular superior por apertura medial del triángulo de Joll's, disecando el músculo esternotiroides en la parte superior y separando los grandes vasos lateralmente, lo cual es mucho más dependiente del tamaño y forma del polo superior como se ha descrito.

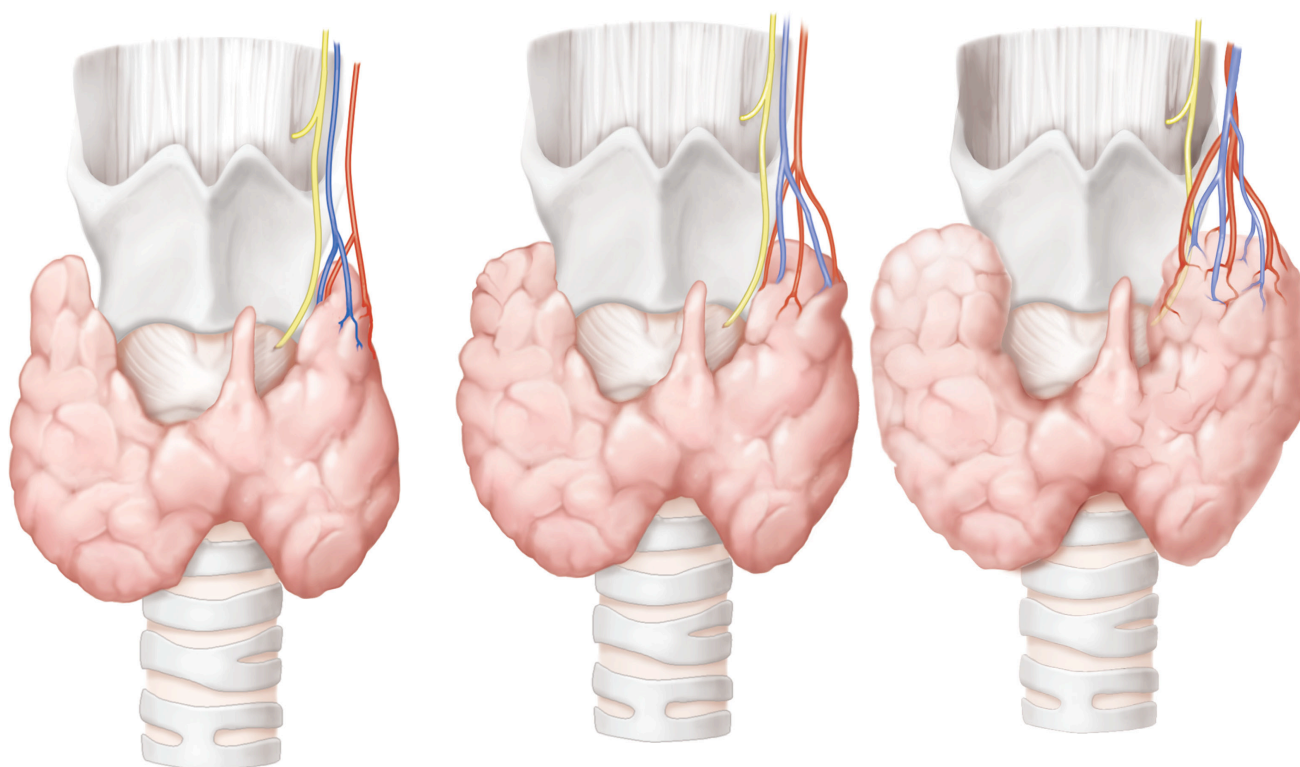


Fig. 25. Vascularización polo superior: tipos 1,2,3 (52)

4.1.6.2.-VASCULARIZACIÓN VENOSA

Las venas tiroideas constituyen la mayor fuente de hemorragias durante la cirugía tiroidea y las traqueotomías y forman un plexo vascular entre el tejido conjuntivo de los lóbulos bajo la cápsula tiroidea que drena a través de tres pares de venas:

La **vena tiroidea superior** que acompaña a la arteria tiroidea superior emerge desde el polo superior del tiroides, pasa por encima y lateralmente a través del músculo Omohioideo y la arteria carótida común para entrar en la vena yugular interna sola o con la vena facial común.

La **vena tiroidea media** es más frecuente en el lado derecho, aunque no hay diferencias en el origen, calibre y dimensiones entre ambos lados. **(53)** Desde la superficie lateral de la glándula cruza la arteria carótida común anteriormente para desembocar en la vena yugular interna, drenando la parte media de la glándula en el 70,4%; la zona media e inferior en el 22,2% y la superior, media e inferior en el 7,4%. **(54)** Esta vena puede estar ausente y ocasionalmente es doble; y ser superficial mientras el tronco de la arteria tiroidea inferior, en paralelo está situada en la profundidad. La importancia de esta vena tiroidea media radica en su posible vulnerabilidad durante la tiroidectomía al impedir la movilización del tiroides medialmente antes de ser dividida

La **vena tiroidea inferior** y sus ramas se sitúan como “las guardianes” de la tráquea cervical, y son la causa responsable de la posibilidad de originar una hemorragia masiva durante una traqueotomía de urgencia. Como la vena surge desde el cuerpo del tiroides, comunica con las venas media y superior y forma un plexo con un número variable de vasos (han sido descritas más de cinco), detrás del músculo esternotiroideo delante de la tráquea; así como también su drenaje en la vena braquiocefálica derecha en el 26,1%; en la izquierda en el 60,9% y en ambos vasos en el 13% **(54)**. También pueden existir ramas comunicantes transversas entre las ramas inferiores.

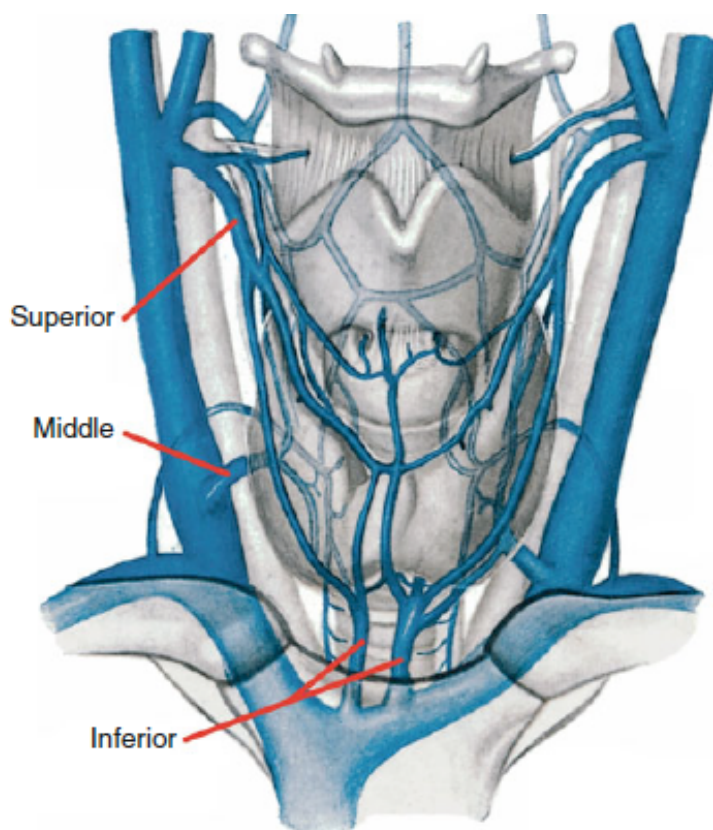


Fig.26. Anatomía venosa del tiroides

Las venas tiroideas pueden estar dilatadas con grueso calibre en presencia de un bocio intratorácico pudiendo suponer un difícil problema para el cirujano que ha de prevenir la posibilidad de una gran hemorragia, y debe asegurar que no se ha producido una laceración venosa que pueda originar más tarde una copiosa hemorragia o causar una embolia, para lo que es conveniente realizar una maniobra de Valsalva por el Anestesiólogo.

4.1.6.3.-ANATOMÍA LINFÁTICA

El tiroides es rico en capilares linfáticos intraglandulares que rodean a los folículos tiroideos y son adyacentes a las células parafoliculares secretoras de Calcitonina, y tanto en los linfáticos como en los colectores venosos puede ser identificada la Tiroglobulina. La rica red linfática intraglandular está situada debajo de la cápsula, donde se coleccionan troncos linfáticos en íntima relación con las venas capsulares, siendo visibles a la inspección en ocasiones durante la cirugía tiroidea, dependiendo el número de troncos linfáticos de la configuración y soporte sanguíneo de la glándula.

El drenaje linfático de la glándula tiroides es paralelo al drenaje venoso y las principales vías eferentes son superior, lateral e inferior, siguiendo los vasos sanguíneos superiores, la arteria tiroidea inferior, vena tiroidea media y plexo venoso inferior.

Los canales linfáticos que acompañan a las venas superior y media, drenan en los nódulos superiores profundos de la cadena cervical. Además **ROUVIERE (55)** demostró una vía linfática que conectaba directamente la parte posterior del lóbulo tiroideo con el espacio parafaríngeo y retrofaríngeo en el 20% de sus disecciones. Los canales linfáticos drenan con los vasos inferiores en los ganglios más bajos del plexo cervical, supraclavicular, paratraqueal y parafaríngeo, lo que resulta particularmente importante para el manejo de pacientes con cáncer de tiroides.

La principal zona de drenaje linfático es hacia la línea media a los ganglios “Delfiano”, tráqueoesofágico y de mediastino superior. Los ganglios de la zona lateral del cuello (áreas de la yugular interna, y triángulo posterior) constituyen una zona de drenaje secundario.

Varias formas de drenaje linfático de la glándula tiroidea han sido propuestas. Así de tres a seis vasos se originan desde el margen superior del istmo y desde el borde mediano de los lóbulos laterales, y se localizan hacia arriba por delante de la laringe y terminan en los ganglios linfáticos digástricos. Algunos, pueden entrar en uno o más ganglios prelaríngeos (Delfiano), justo por encima del istmo.

El drenaje secundario puede hacerse hacia los ganglios linfáticos yugulares superiores o laterales, o hacia los ganglios pretraqueales debajo del tiroides pasando desde el ganglio Delfiano por delante del tiroides. Varios vasos linfáticos drenan la parte más baja del istmo y la zona media baja de los lóbulos laterales. Siguen las venas tiroideas inferiores y terminan en los ganglios pretraqueales y braquiocefálicos.

Los troncos linfáticos surgen de los bordes laterales de cada lóbulo; y en los polos superiores siguen la arteria tiroidea superior e inferiormente la arteria tiroidea inferior. Entre estos dos grupos algunos vasos siguen lateralmente, anterior o posteriormente a la vaina carotídea para alcanzar los ganglios de la cadena yugular interna. Ocasionalmente tales vasos drenan en la vena subclavia derecha, vena yugular o conducto torácico sin pasar a través de un ganglio linfático.

Los vasos linfáticos posteriores surgen de las superficies media e inferior de los lóbulos laterales y drenan en los ganglios a lo largo del nervio laríngeo recurrente (Nivel VI). A veces, un tronco posterior asciende hacia la parte superior del lóbulo y alcanza los ganglios retrofaríngeos. La ruta superior del flujo linfático drena en las porciones anterior y posterior del tercio superior o por encima de cada lóbulo así como hacia la porción media adyacente del istmo.

Los troncos colectores cruzan delante del cartílago cricoides y abarca y drena el lóbulo piramidal cuando existe. Estos troncos colectores superiores siguen las venas

tiroideas superiores detrás de la inserción del músculo esternotiroideo y pueden atravesarlo en algunos casos; y continúan hacia los ganglios yugulares internos subdigástricos (ganglios yugulares medios).

La zona posterior del tercio superior del lóbulo puede también drenar a los ganglios retrofaríngeos más bajos así como a los ganglios yugulares medios. La ruta inferior drena la mitad mas inferior del lóbulo, media y posterior; el polo inferior y la porción más baja del istmo.

Los troncos colectores son numerosos y van hacia los ganglios pretraqueales, paratraqueales y cadena laríngea recurrente (Nivel VI). Los linfáticos pueden continuar vía retrógrada hasta la vecindad del timo siguiendo el curso de las venas innominadas. Los ganglios mediastínicos anterosuperiores están en comunicación con los ganglios tiroideos más bajos.

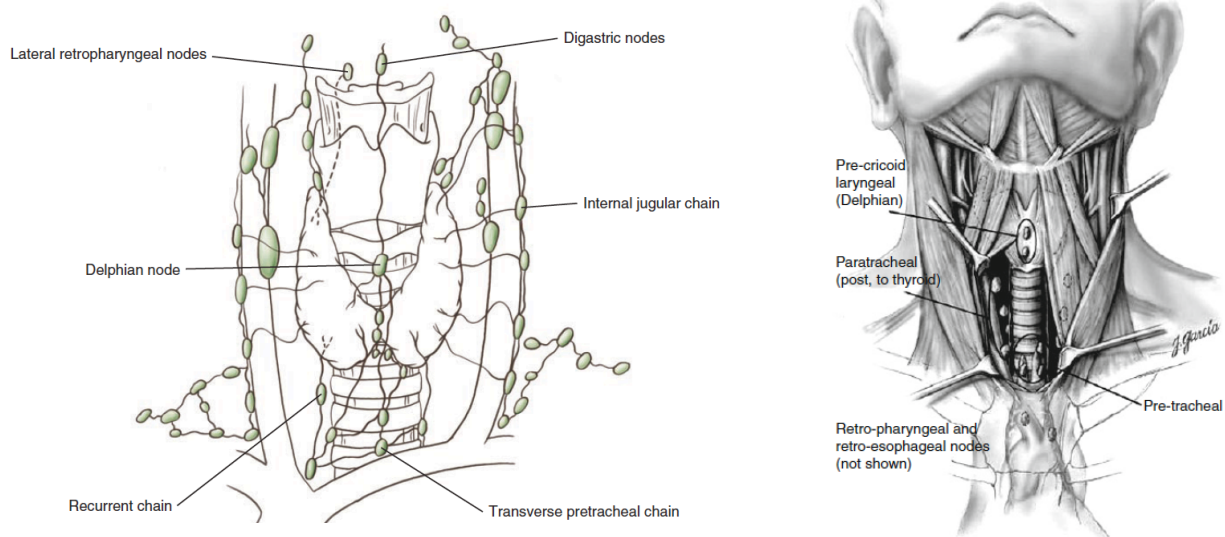


Fig.27 y 28. Anatomía del sistema linfático del tiroides

Ganglios linfáticos de la glándula tiroidea (modificado de Bartels).

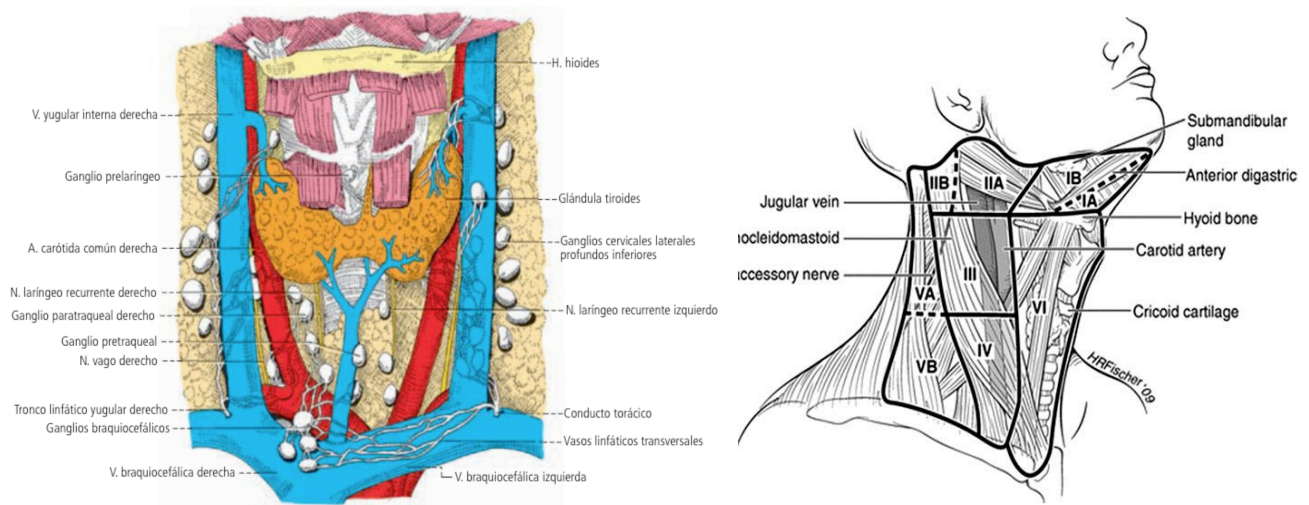


Fig.29 y 30. Clasificación áreas linfáticas (56)

4.1.7. ANATOMÍA NERVIOSA DE LA GLÁNDULA TIROIDEA

4.1.7.1.-CONSIDERACIONES EMBRIOLÓGICAS:

WILLIS (1621-1675) describió el nervio vago y el nervio laríngeo recurrente como actualmente se conoce en los textos actuales, y **GALENO** (129-199 D.C.) el primer anatómico que lo describió (**NLR**) como rama de un nervio craneal. **ANDREAS VESALIO** (1514-1564), realizó el primer dibujo de los nervios craneales y sus ramas. (57) .

Las ramas importantes del nervio vago en cirugía tiroidea son el nervio laríngeo recurrente (**NLR**) y nervio laríngeo superior (**NLS**) , tanto la rama interna como la externa; y se origina en la *medulla oblongata* y sale del cráneo a través de la *pars nervosa* por el agujero yugular. El ganglio superior (ganglio yugular) del nervio vago está situado en el agujero yugular, mientras que el ganglio nodoso o ganglio inferior se sitúa justo debajo del foramen yugular (58); y por debajo de este, la salida del nervio laríngeo superior (**NLS**).

El nervio vago desciende con la vaina carotídea inicialmente en el cuello en una localización intermedia con la vena yugular interna y después en una posición posterior entre la vena yugular interna y la arteria carótida interna **(58)**. Cuando el corazón desciende y el cuello se alarga, el nervio laríngeo recurrente es arrastrado hacia abajo por los arcos aórticos persistentes más bajos; por lo que el nervio laríngeo izquierdo recurre alrededor del ligamento arterioso (VI arco), lo cual es ocultado por el alargamiento definitivo del arco aórtico izquierdo. El nervio laríngeo recurrente derecho en ausencia del ligamento arterioso recurre alrededor de la arteria subclavia (IV arco); pero en los casos en los que existe agenesia, el nervio no es arrastrado hacia abajo, no recurre y pasa directamente a la laringe.**(58)**

4.1.7.2.-NERVIO LARÍNGEO RECURRENTE

El nervio laríngeo inferior recurrente inerva la musculatura intrínseca de la laringe y provee inervación sensorial a la glotis. Durante las tiroidectomías la incidencia de lesión del nervio laríngeo recurrente (NLR) oscila entre 0%-28% **(4), (59)**, por lo que es fundamental para su protección el reconocimiento de puntos de referencia que ayuden a su localización durante la cirugía. Para ello, tradicionalmente se ha venido utilizando desde **1943** el **triángulo de SIMON (60)** formado por el esófago en posición medial, la arteria carótida lateral, y la arteria tiroidea inferior en posición superior.

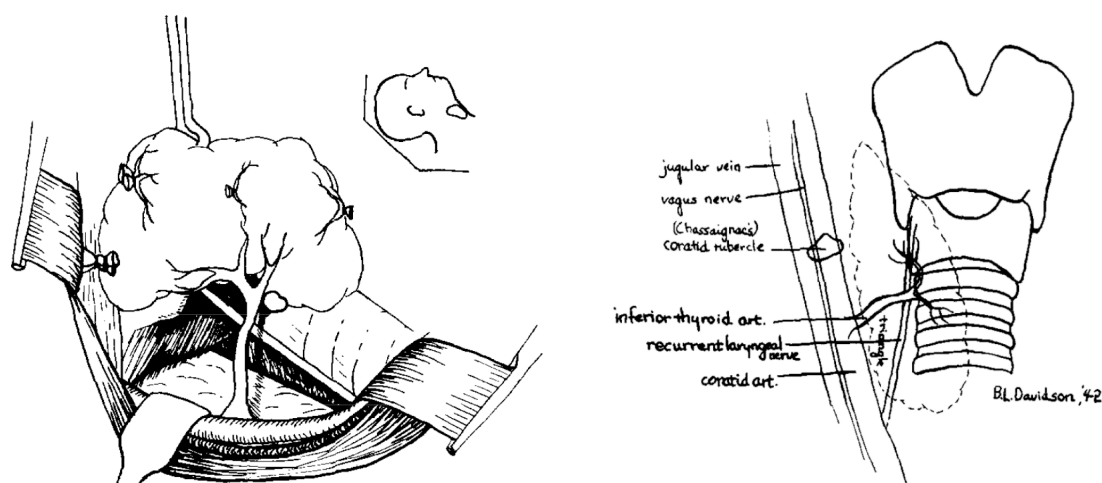


Fig.31 y 32. Triángulo de SIMON

Es un nervio mixto con fibras motoras y sensitivas de un diámetro entre 1-3 mm sin diferencias significativas en ambos lados, que mide en el lado izquierdo desde la aorta a la articulación cricotiroides 12 cm, mientras que el tamaño en el lado derecho desde la subclavia a la articulación cricotiroides es de 5-6 cm. Ambos nervios proceden del nervio vago en la parte superior del tórax; y el nervio derecho debajo de la subclavia derecha asciende hacia el surco tráqueoesofágico, y cruza superficial o profundamente a la arteria tiroidea inferior o entre sus ramas. El nervio laríngeo izquierdo lo hace alrededor del arco aórtico y asciende más verticalmente que el nervio laríngeo derecho pudiendo tener similar relación con la arteria tiroidea inferior.

Según **STEINBERG y cols.(61)**, el NLR izquierdo asciende lateralmente a escasos milímetros del surco tráqueoesofágico, en cambio en el lado derecho lo hace mucho más lateral. El nervio (NLR), se divide en una rama externa con función motora hacia cuatro músculos laríngeos intrínsecos, excepto el músculo cricotiroides, y una rama interna que proporciona sensibilidad a las cuerdas vocales y región subglótica.

La parte distal del nervio está vascularizada por una rama de la arteria laríngea inferior que es rama de la arteria tiroidea inferior; y la relación variable del nervio (NLR) con el surco tráqueoesofágico, ligamento de Berry y arteria tiroidea inferior han sido descritos por muchos cirujanos y anatomistas. **(62)** No obstante el nervio generalmente pasa detrás de la vena tiroidea media; y la variación en la forma de bifurcarse distalmente ha sido también comunicada ampliamente, como el estudio realizado por **NEMIROFF y KATZ**, en **1982, (63)** , en los que observa un 41,2% de ramas bifurcadas o trifurcadas extralaríngeas de diferente tamaño y un 63% a 0,5 cm por debajo del cartílago cricoides.

BRANDON MICHAEL HENRY,(64) en un metanálisis reciente **(2.016)**, de 69 artículos con 28.387 nervios laríngeos recurrentes estudiados, refieren una incidencia de 60.0% de ramas extralaríngeas con una mayor diferencia en los de disección en cadáveres (73.3%) con los realizados en estudios intraoperatorios (39.2%), que

atribuyen a las dificultades de identificación “in vivo”, por componente inflamatorio local, edema, menor calibre, y la incapacidad de disecar completamente las pequeñas ramas durante las intervenciones. Hubo una incidencia de 61.1% de nervios bifurcados en comparación con el 23.4% de no bifurcados, sucediendo la ramificación a 1-2 cm de la entrada en la laringe (74.8%), siendo la rama con señal motora positiva la anterior (99.9%) y solo 1.5% de la ramas posteriores, como ya **SERPELL(65)** en 2009, con similares resultados había demostrado por neuromonitorización.

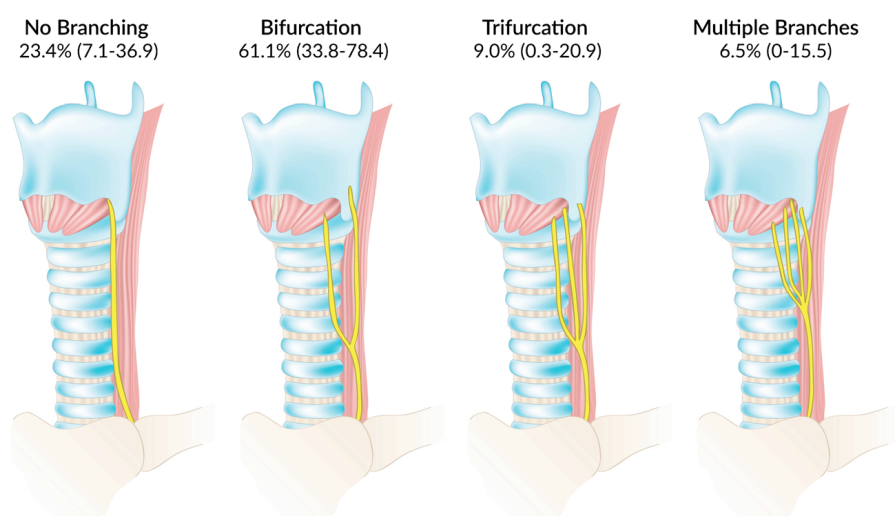


Fig.33. Incidencia ramas extralaringeas del NLR

Durante la cirugía tiroidea, la identificación y conservación del nervio laríngeo recurrente y de todas sus ramas es esencial para disminuir la morbilidad de la técnica. La relación del segmento distal del nervio (NLR) con la articulación cricotiroides ha sido referida como de curso más constante, y en este punto siguiendo la línea paralela al surco tráqueoesofágico el 78% en el lado derecho cursan con un ángulo entre 15 y 45° y el 77% en el lado izquierdo entre 0 y 30° resultando que la identificación del nervio distalmente puede ser más segura con menos posibilidad de interrumpir el aporte vascular al nervio (NLR). **(66)**

El curso del nervio laríngeo recurrente (NLR) con respecto a la arteria tiroidea inferior es bastante variable pero significativo. **(67)** En el lado derecho, el nervio con frecuencia está delante de la arteria y en el lado izquierdo detrás o entre las ramas de la

arteria tiroidea inferior sin que exista una constante relación entre ambas estructuras.

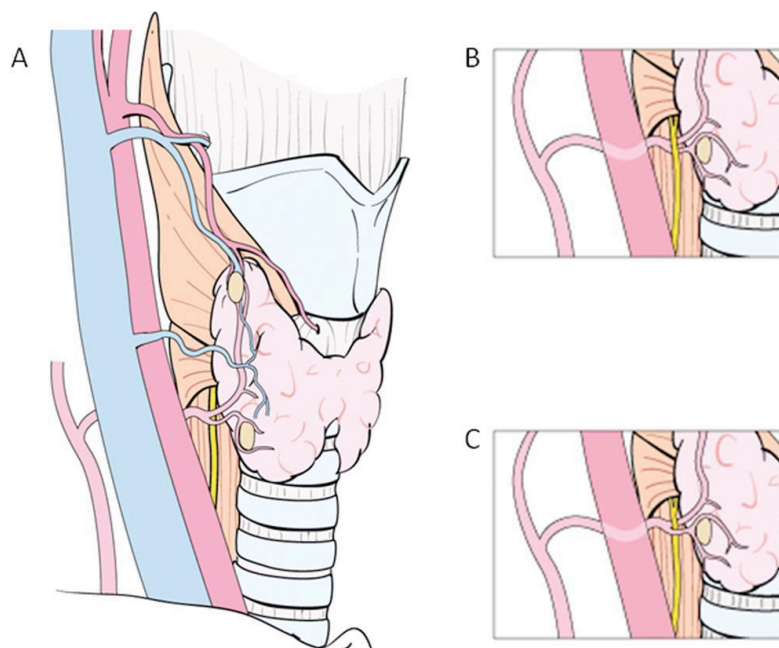


Fig.34. Relación del NLR y la arteria tiroidea inferior




Recurrent laryngeal nerve		Right	Left
superior to ITA		24.1%	19.7%
inferior to ITA		64.1%	71.5%
between ITA branches		7.6%	5.4%

Fig.35. Relación del NLR y la arteria tiroidea inferior (67)

El tramo final del nervio viene marcado por la relación directa que mantiene con

el ligamento posterior del tiroides (Berry) habitualmente situado a 3 mm, aunque tampoco sigue un patrón anatómico constante como con la arteria tiroidea inferior.

El **ligamento de Berry** es una estructura bilateral de la inserción del tiroides a la vía respiratoria superior con aspecto de condensación de la verdadera cápsula tiroidea posterolateral. Se extiende desde el cartílago cricoides al primer o segundo anillo traqueal pudiendo estar infiltrado por tejido tiroideo que puede apoyarse por detrás del nervio en su punto de inserción laríngea.

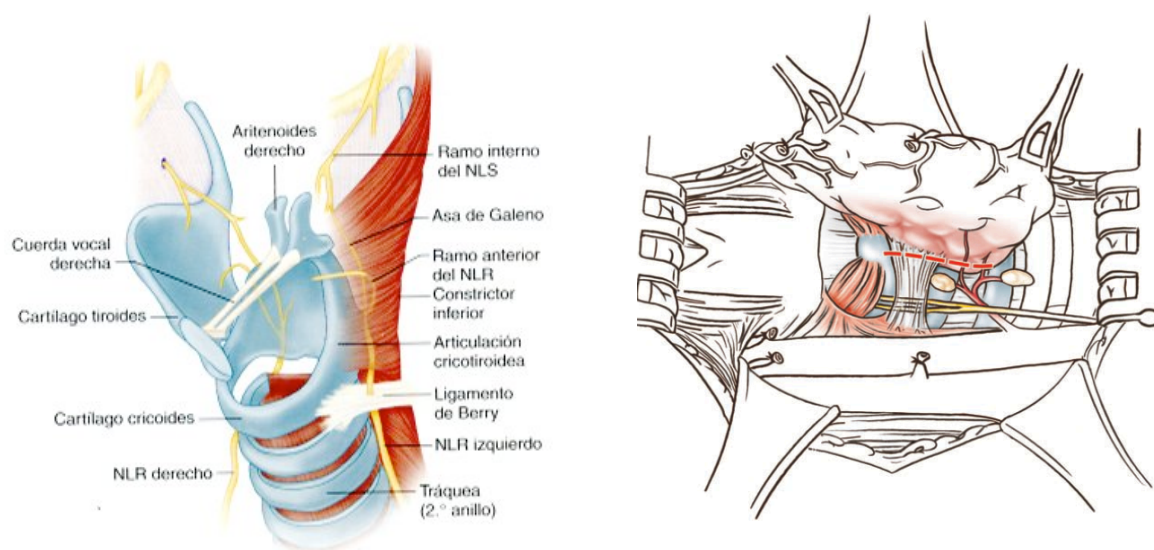


Fig.36. Ligamento de Berry. Detalles anatómicos

Este ligamento está separado y es distinto del ligamento suspensorio anterior (menos robusto) que se extiende entre la línea media y la tráquea cervical superior paramediana hasta la superficie profunda del istmo; y a veces, puede tener unas láminas anterior y posterior, y discurrir el nervio laríngeo recurrente a través o entre dichas láminas, con lo que una porción del ligamento puede extenderse en sentido dorsal, por detrás del nervio, que implica que la separación del tiroides se transmita al nervio a través del ligamento de Berry, pudiendo originar una curvatura hacia arriba del mismo, que en caso extremo, puede producir una lesión neuroapraxica por elongación, lo que constituye posiblemente uno de los mecanismos más frecuentes de lesión del nervio

laríngeo inferior durante la tiroidectomía.

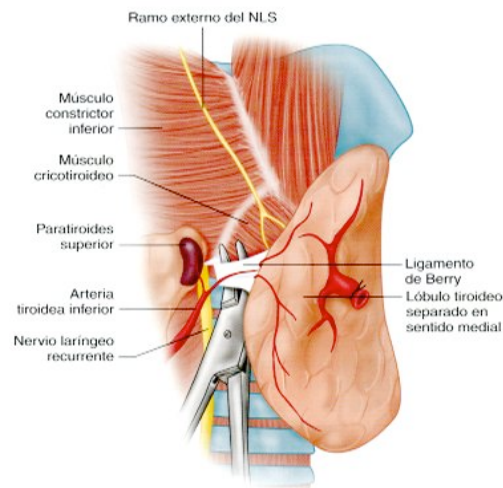


Fig.37. Anatomía Ligamento de Berry.

El ligamento de Berry tiene una vascularización que deriva de una rama de la arteria tiroidea inferior, y quirúrgicamente tiene importancia pues puede sangrar durante la disección del tramo final del nervio. A este nivel, el nervio recurrente puede situarse en profundidad (30%) u ocupar una posición adyacente, cobrando notable importancia el desplazamiento medial de su trayecto ocasionado por la elevación del lóbulo hacia la línea media.

Por último debemos tener presente que la prolongación lateral y dorsal del parénquima tiroideo conocida como tubérculo de Zuckerkandl oculta con frecuencia el trayecto final del nervio a modo de túnel, siendo una referencia útil en este punto para la identificación del nervio laríngeo recurrente. Hay que considerar de todos modos, que habiéndose descrito como hallazgo constante, puede ser variable y no existir como referencia anatómica para la identificación del nervio; sin embargo cuando está presente, su relación de vecindad con la paratiroides superior facilita la identificación. Finalmente, la entrada del nervio laríngeo inferior en la laringe representa la posición más constante de localización del nervio en el cuello, resultando para ello muy útil la palpación del cuerno posterior del cartílago tiroideo.

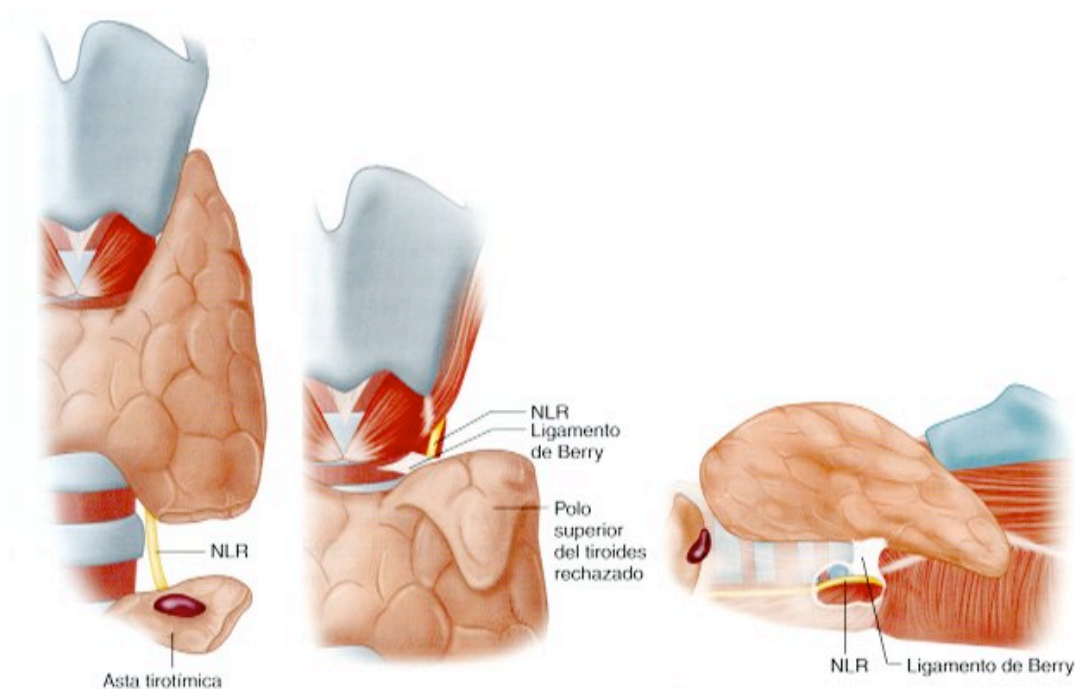


Fig.38. Relaciones anatómicas del NLR. Ligamento de Berry

4.1.7.3-NERVIÓ LARÍNGEO NO RECURRENTE

El trayecto del nervio laríngeo recurrente está determinado por el patrón de

desarrollo de las arterias con las que se relaciona, y son las variaciones de dicho patrón las que determinan las diferencias en la disposición anatómica del nervio. Sin embargo hay que considerar la posibilidad en raras ocasiones que existe, en las que se aprecia que durante el desarrollo embriológico no se produce la recurrencia del nervio laríngeo derecho (0,3-0,8 %) **(61)**.

Los nervios laríngeos inferiores salen del vago desde los 6º arcos viscerales y recorren bajo el 6º arco branquial; pero de los seis pares de arcos branquiales, solo el 4º arco permanece al final de la embriogénesis normal. El 5º y 6º arco branquial derecho son reabsorbidos permitiendo al nervio laríngeo inferior ascender hacia arriba debajo del 4 arco branquial(que forma la arteria subclavia). Por último el nervio laríngeo derecho sale del vago derecho y rodea posteriormente a la arteria subclavia derecha y asciende en el cuello detrás de la arteria carótida común en el surco tráqueoesofágico.

En el lado izquierdo el 6º arco branquial forma el *ductus arteriosus* y el nervio recurrente rodea el arco aórtico lateral al ligamento arterioso ascendiendo en el surco traqueoesofágico.

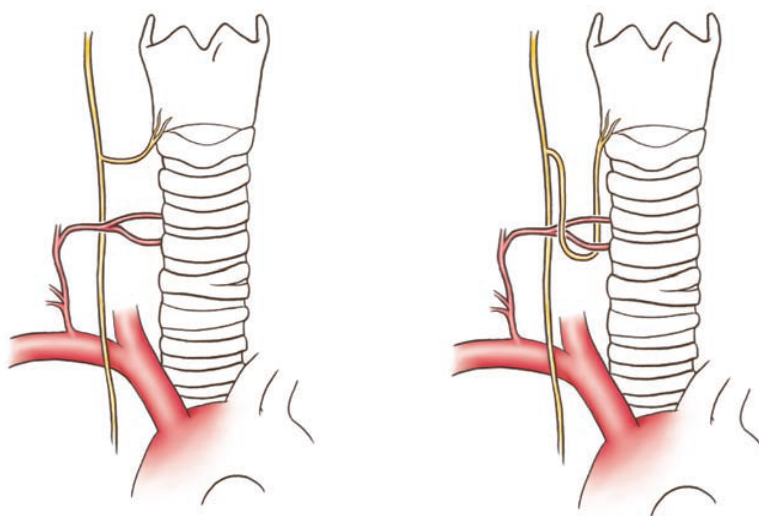


Fig.39 y 40. NL no recurrentes tipo 1 y 2B

El nervio laríngeo no recurrente sucede pues, en conjunción con la formación anormal embriológica de los arcos aórticos, que por la atresia del 4º arco branquial derecho, tiene como consecuencia un arco aórtico izquierdo y una arteria subclavia derecha aberrante que cruza la línea media detrás del esófago (en casos raros entre la tráquea y el esófago) para alcanzar el brazo derecho, pudiendo originar compresión y originar disfagia ("disfagia lusoria") descrita por **BAYFORD** en 1794, (68) cuyos síntomas no son consistentes y no son distinguidos con frecuencia de los originados por la propia patología tiroidea.

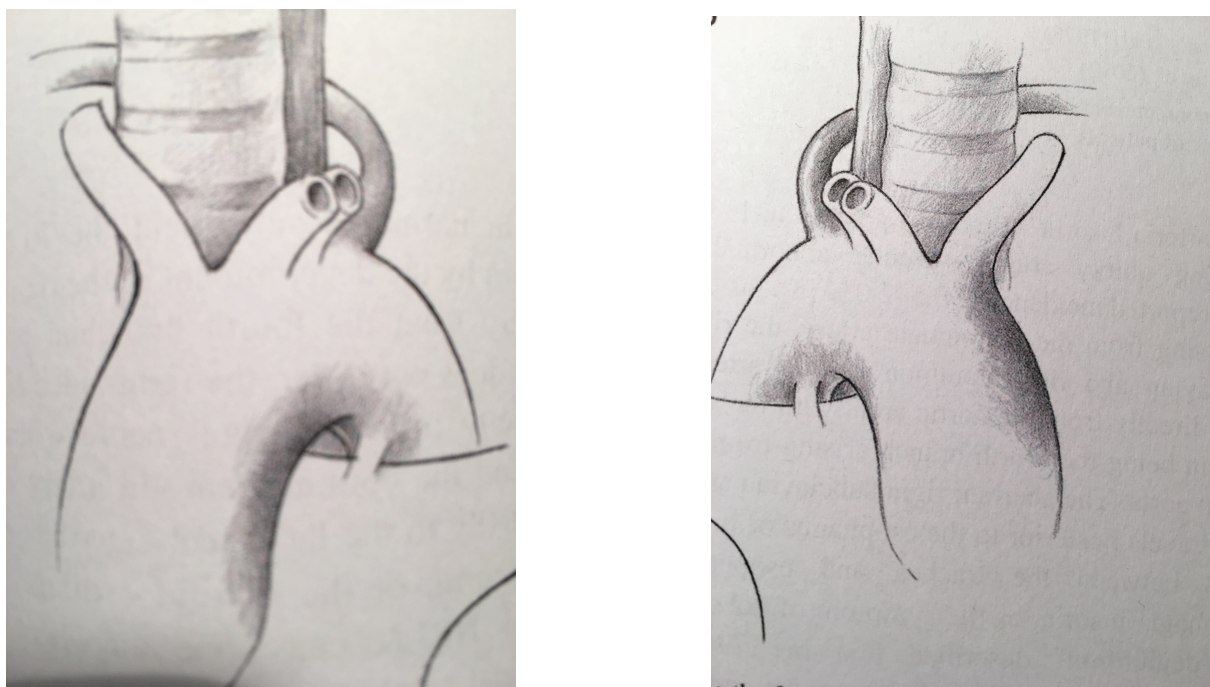


Fig.41. Origen anómalo arteria subclavia

El nervio laríngeo no recurrente derecho puede estar localizado en cualquier sitio a lo largo del vago cervical como craneal, en el polo superior del tiroides o caudal a la arteria tiroidea inferior; por lo que han sido elaboradas varias clasificaciones.

TONIATO y cols. (69) denominan como tipo I al de curso más craneal (en relación con los vasos del polo superior); tipo IIA deriva del vago más inferiormente a

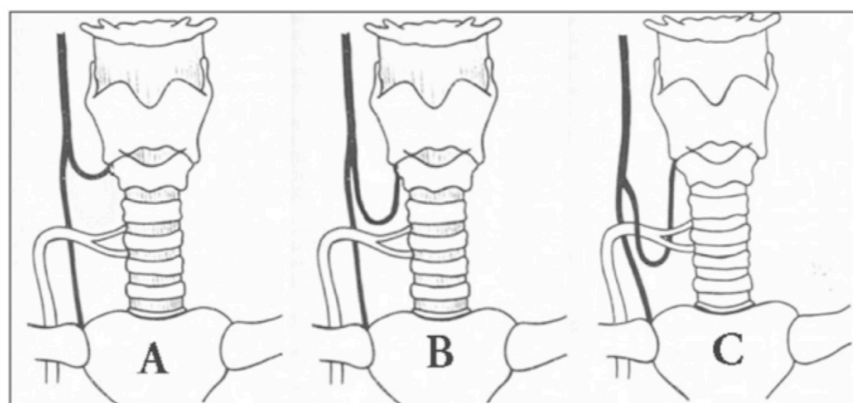


Fig.42. Tipos de NL no Recurrentes: A)Tipo 1; B) Tipo 2A; C)Tipo 2B (63)

nivel de la articulación laringotraqueal por encima de la arteria tiroidea inferior; y tipo IIB, por debajo de dicha arteria. El curso habitual del NLR difiere en ambos lados del cuello. Ambos nervios proceden del nervio vago en la parte superior del tórax

4.1.7.4.-NERVIO LARÍNGEO SUPERIOR

El **nervio laríngeo superior** es una de las primeras ramas del nervio vago después de salir de la base del cráneo donde se origina del ganglio nodoso a nivel de C2, a 4 cm por encima de la bifurcación carotídea. Desciende junto a la pared lateral de la faringe y cruza la cara medial de la carótida externa pasando inferiormente a la arteria lingual. Cerca de esta arteria y del asta mayor del hueso hioides, el nervio se divide en dos ramos terminales: uno interno sensitivo para la mucosa de la laringe supraglótica, y otro externo, motor para el músculo cricotiroideo con la función de tensar las cuerdas vocales por rotación del cartílago cricoides.

La *rama interna del nervio laríngeo superior* pasa inferiormente al asta mayor del hioides y discurre sobre la membrana tirohioidea, primero posteriormente al músculo tirohioideo y luego entre este músculo y la membrana. Atraviesa la membrana tirohioidea inferiormente a la arteria laríngea superior y por el mismo orificio que ésta. Este orificio está situado a 1 ó 2 cm anterior al ligamento tirohioideo lateral y a igual

distancia del hueso hioides y del cartílago tiroideos. Al llegar a la mucosa, el ramo superior del nervio laríngeo superior se divide en numerosos ramos terminales:

- a) Ramos anteriores: para la mucosa de la epiglotis y de la parte vecina de la base de la lengua.
- b) Ramos medios: para la mucosa de la porción supraglótica de la laringe.
- c) Ramos posteriores: para la mucosa faríngea que recubre la cara posterior de la laringe.

Uno de estos últimos ramos se comunica con una rama del nervio laríngeo recurrente (asa de Galeno).

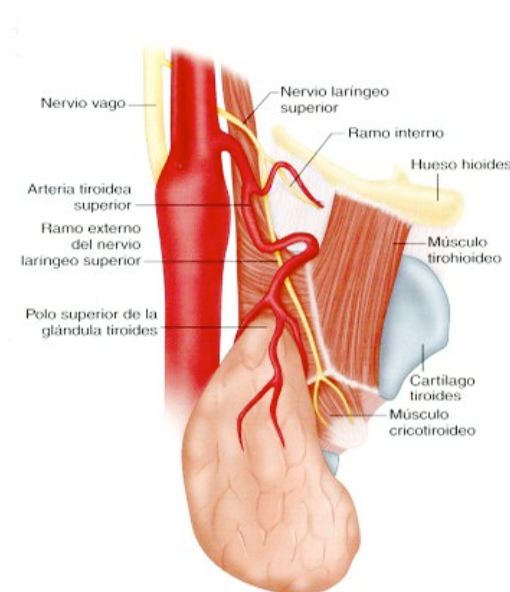


Fig .43. NLS y su relación con la arteria tiroidea superior.

El *ramo externo del nervio laríngeo superior* se origina en la superficie lateral de la laringe y suele descender sobre el músculo constrictor inferior de la faringe hacia el músculo cricotiroideo, que tiene dos vientres diferenciados y se extiende a través del

anillo fibroso de la cara inferomedial del músculo constrictor inferior a medida que se extiende hacia la cara lateral de los cartílagos tiroideos y cricoides de la laringe.

El ramo externo del nervio laríngeo superior es de menor calibre que el nervio laríngeo recurrente, con un diámetro de 0,8mm, y 8-8,9 cm de longitud; y existe una variabilidad de posición del ramo externo; el 20% de los NLS se extienden en sentido inferior y se aproximan mucho al polo superior del tiroides, mientras que otro 20% se sitúa a nivel medial, en profundidad respecto a la fascia del constrictor inferior.

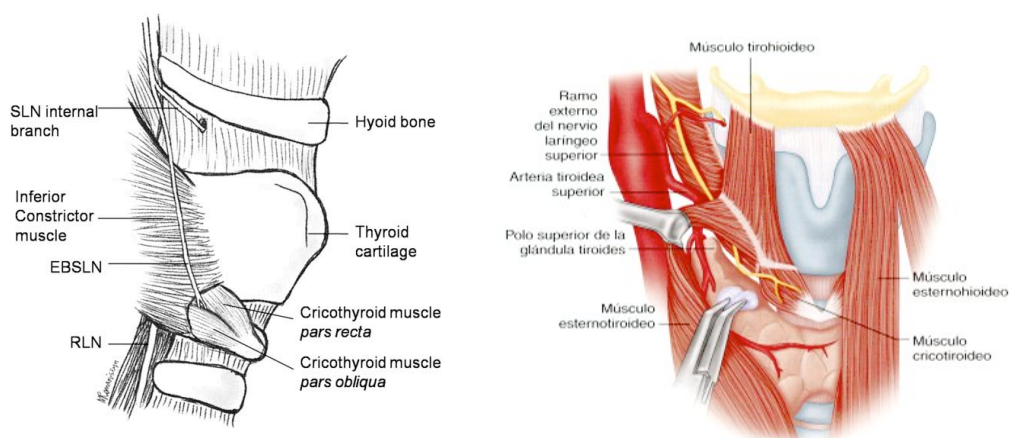


Fig. 44 y 45. Anatomía RENLS y triángulo de MOOSMAN

MOOSMAN y DEWEESE (70), describen la situación de la rama externa (**RENLS**), y su aproximación a la laringe dentro del llamado triángulo esternotiroideo-laríngeo (también conocido como espacio de **Jolles**) formado a medida que el polo superior progresivamente disecado se retrae lateral e inferiormente. Este triángulo se define medialmente por el constrictor inferior de la faringe y el músculo cricotiroideo; anteriormente por el músculo esternotiroideo; y lateralmente por el polo tiroideo superior lateralmente retraído.

Después que la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS), se desplace por la superficie lateral de la laringe sobre el músculo constrictor inferior de la faringe, se bifurca típicamente en dos ramas a nivel del cricoides entrando por separado en la *pars recta* y la *pars oblicua* del músculo cricotiroideo.

WU y cols. (71), describe en un 44% una conexión neural que salía de la superficie medial del músculo cricotiroideo (en el exterior de la laringe) y luego entraba en la laringe a través de la membrana cricotiroidea ramificándose en el tercio anterior del músculo tiroaritenideo ipsolateral (también conocido como *músculo vocalis* en la endolaringe).

NASRI y cols. (72), hace observaciones similares en sus estudios e identifica la inervación cruzada del tiroaritenideo por la rama externa del laríngeo superior (RENLS) en el 42%, con confirmación electromiográfica por estimulación eléctrica aplicada a la RENLS.

SAÑUDO y cols. (26) en un amplio estudio de microdissección de 90 laringes humanas de necropsias observaron que en el 68%, la rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**) continúa, y tras inervar al músculo cricotiroideo, una pequeña rama se anastomosa con una rama ventral del nervio laríngeo recurrente (**NLR**). El punto de conexión entre estas dos ramas es variable: ya sea cuando el **NLR** inerva el músculo cricoaritenideo lateral o cuando lo hace al músculo tiroaritenideo.

En un 9% incluso apreciaron conexión entre los tres nervios laríngeos, nervio laríngeo recurrente (**NLR**), rama interna del nervio laríngeo superior (**NLI**) y la rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**).

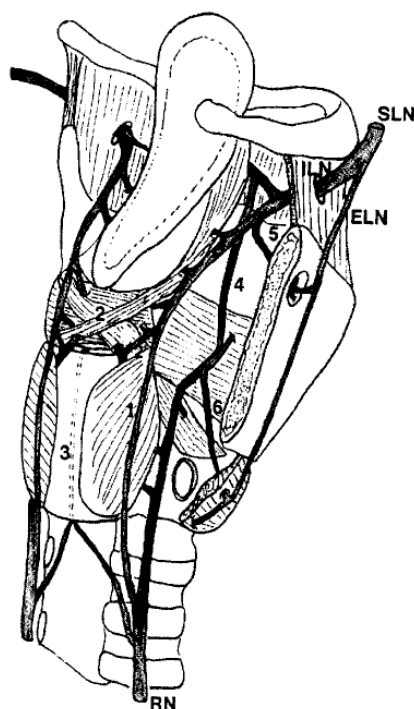


Fig.46. Anastomosis entre los nervios laríngeos (26)

MARANILLO y cols. (27), con **SAÑUDO (26)** reafirmando su trabajo anterior y utilizando el mismo procedimiento, en 103 laringes de necropsias, no encuentran ninguna rama directa o ramas entre la externa del laríngeo superior y el músculo tiroaritenoides y la mucosa subglótica. No obstante encuentran una comunicación entre la rama externa del laríngeo superior y el nervio laríngeo recurrente (comunicada anteriormente) con alta frecuencia lo que deducen puede tener implicaciones neurofisiológicas importantes.

El “**nervio comunicante humano**”, fue identificado en el 85% de los casos, siendo bilaterales el 44% y unilaterales el 41%. En su trabajo no encuentran evidencia de ramas colaterales al cricoaritenoides como había sido descrito por **WU (71)**.

La importancia del trabajo de **MARTIN-OVIEDO, MARANILLO y cols. (28)**, consiste en que realizan un estudio electromiográfico y morfológico en 13 pacientes laringectomizados, con el propósito de clarificar el papel funcional de las conexiones

neurales entre los nervios laríngeos, confirmando una conexión en todos los casos con una respuesta electromiográfica inesperada, lo que les lleva a la conclusión de que las diferentes conexiones entre los nervios laríngeos son al menos parcialmente de naturaleza motora y juegan un papel importante en la movilidad de las cuerdas vocales

Por lo tanto, el nervio comunicante proporciona una conexión documentada a la cuerda vocal entre el 41-85%. La variabilidad de esta conexión neural, la variabilidad en el registro de la forma de la pequeña y temprana onda glótica asociada a la estimulación de la rama externa del laríngeo superior, y la variabilidad en la posición del tubo endotraqueal, son probablemente los factores responsables de que las formas de ondas definidas sean registradas en el 100% de los pacientes durante la estimulación del RENLS con la tecnología de monitorización actualmente disponible.

La importancia quirúrgica de la RENLS se debe a la estrecha relación anatómica entre el nervio y los vasos tiroideos superiores, como **MIZRACHI, SWARTZWELDER, SHAHA, (2015)(52)** argumentan recientemente, proponiendo una clasificación anatómica de la vascularización del polo superior que creen útil para abordarlo evitando complicaciones en su cirugía, y que basan en observaciones anatómicas fruto de su gran experiencia en cirugía tiroidea. En muchas circunstancias, la RENLS se dirige medialmente a la laringe, sobre el polo superior del tiroides teniendo mínimo riesgo quirúrgico de lesión la disección capsular y ligadura individualizada de las ramas de los vasos tiroideos superiores. No obstante esto es variable y en los casos en los que existe un gran bocio o un tumor sobre el mismo polo superior en un paciente con cuello corto, la relación anatómica entre el nervio y los vasos del vértice del tiroides puede ser mucho más estrecha exponiendo la rama externa del nervio laríngeo superior a mayor riesgo de lesiones inadvertidas.

Desgraciadamente la identificación visual de la RENLS no suele ser posible más que aproximadamente en un 20% en los que el nervio está localizado profundamente a la fascia del músculo constrictor inferior, a menos que se realice disección

intramuscular. En el restante 70 a 80% de los pacientes el nervio está localizado superficialmente a la fascia del constrictor inferior y por lo tanto es capaz de ser visualizado. Con estimulación de neuromonitorización intraoperatoria todas las RENLS deberían ser estimuladas e identificadas, incluso aquellas que son subfaciales en la localización y no son directamente visualizadas.

4.1.7.4.1.-VARIANTES ANATÓMICAS DE LA RENLS: CLASIFICACIONES QUIRÚRGICAS

Existen diversas clasificaciones sobre el riesgo potencial de lesionar a la rama externa del nervio laríngeo superior durante la cirugía tiroidea. Están basadas en la relación de los vasos tiroideos superiores y el borde del polo superior del tiroides.

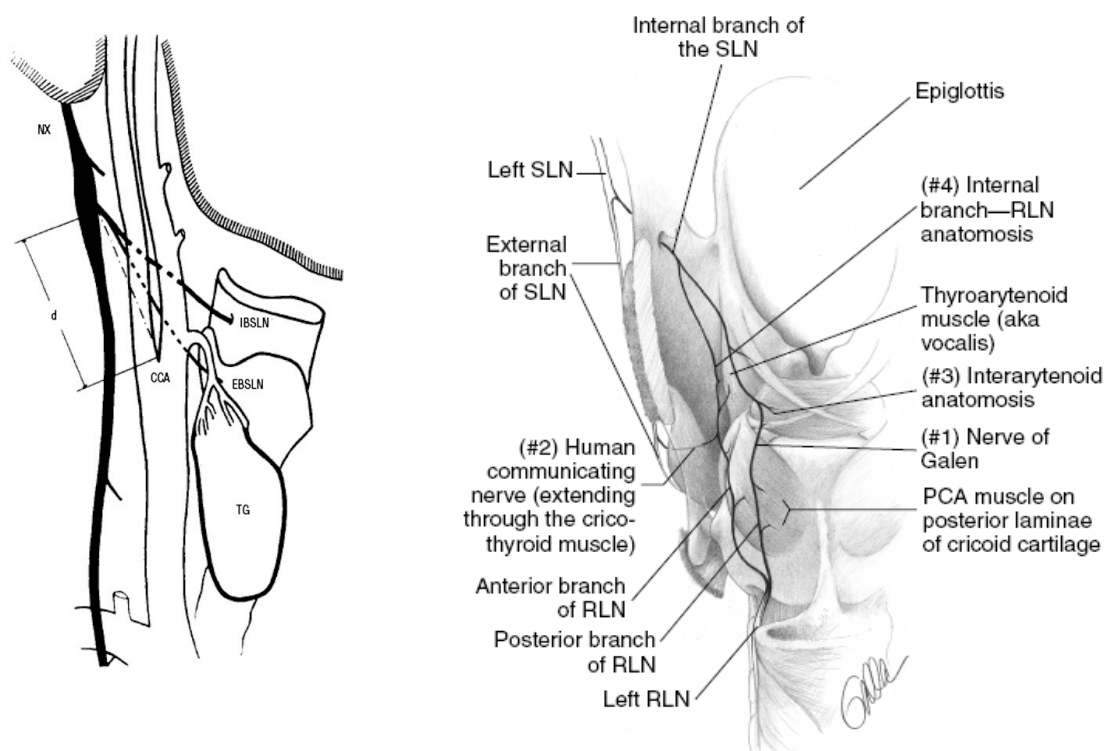


Fig.47 y 48. Anatomía topográfica del NLS y sus ramas

LENNQUIST y cols. (1987) (73), de Suecia, trataron de clasificar la relación entre la rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**) y la arteria tiroidea superior basándose en los hallazgos tanto de los estudios anatómicos como clínicos. También clasificaron la **RENLS** en su relación con el músculo constrictor de la faringe hasta la entrada cricotiroides en la que el nervio estaba cubierto de fibras de dicho músculo (constrictor de la faringe); identificando que el 20% de **RENLS** va distalmente a través del músculo constrictor de la faringe, y que por lo tanto necesita disección intramuscular (a través de sus fibras) para la identificación en el área alrededor del polo superior del tiroides. En el 23% es identificable sin disección muscular, y su curso es parcialmente lateral a la arteria tiroidea superior (**ATS**) y sus ramas, por lo que implican riesgo de lesión durante su sección y ligadura. En la serie clínica **(73)** el 72% fueron identificadas (**RENLS**) sin disección intramuscular y el 19% parcialmente lateral a la **ATS**, siendo altamente vulnerables durante la disección a la lesión en este estudio el 20% de los nervios encontrados

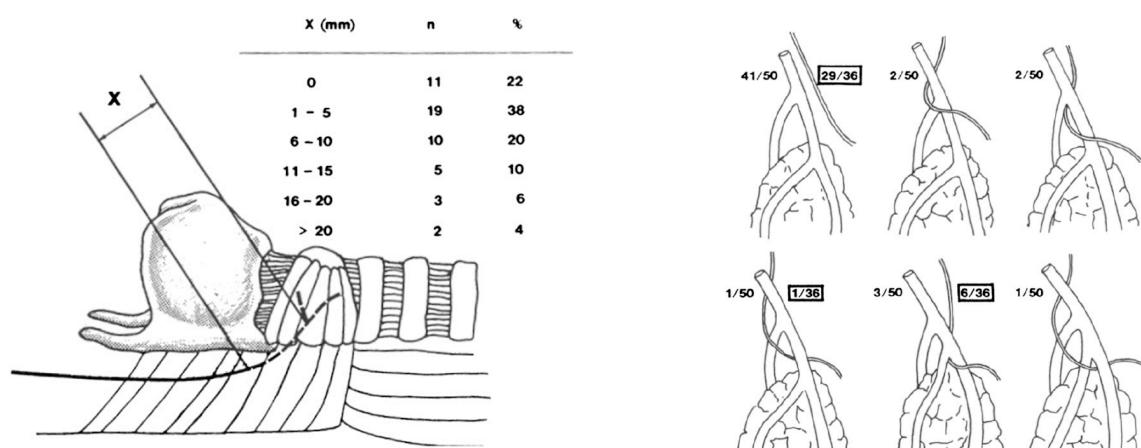


Fig.49 y 50. Relación entre la RENLS y el constrictor inferior de la faringe. (X es la distancia). Relación entre la RENLS y la arteria tiroidea superior (ATS), (73)

La clasificación quirúrgica más ampliamente reconocida sobre la rama externa del nervio laríngeo superior fue propuesta por **CERNEA y cols.** en 1992 **(74) (75)** y está fundamentada en el riesgo potencial que corre el nervio durante la cirugía tiroidea según la relación con los vasos tiroideos superiores y el polo superior de la glándula.

En el **tipo 1** el nervio se cruza con la arteria tiroidea superior más de 1cm por encima del polo superior del tiroides, lo que sucede en el 68% de los pacientes con un bocio pequeño y en un 23% con un bocio grande.

Cerneja EBSLN classification scheme:

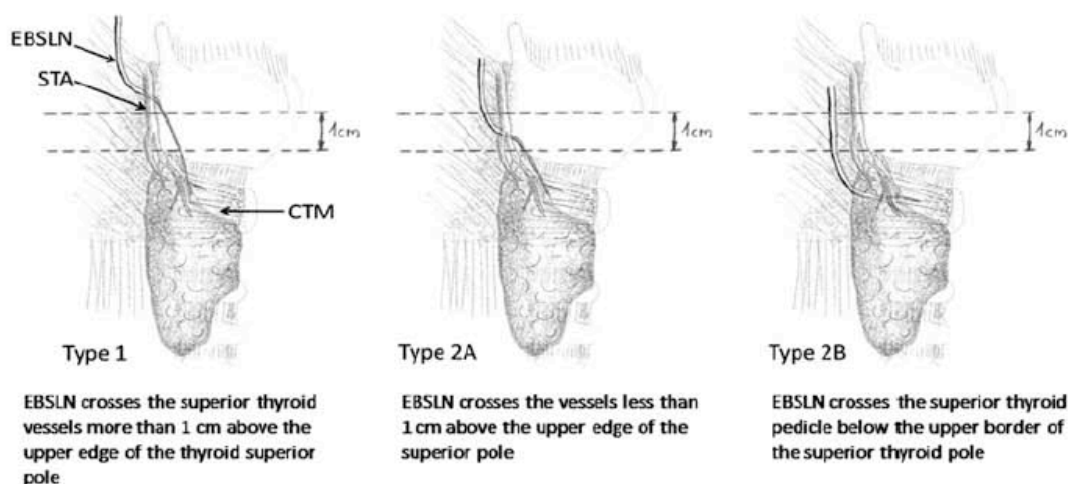


Fig.51. Clasificación de CERNEA (1992) (74) (75)

En el **tipo 2A** el nervio cruza a menos de 1 cm del borde superior de la glándula y representa el 11% de los casos.

En el **tipo 2B** el nervio cruza por debajo del borde superior de la glándula tiroidea (14% de los casos). En el 7% de los casos la rama externa del laríngeo superior **RENLS** no es identificada.

Los tipos **2A y 2B** al encontrarse más cerca del cruce con la arteria tiroidea superior y la glándula tiroidea tienen más riesgo de ser lesionados. El **tipo 2B** sobre todo es el de mayor riesgo, y en el mismo grupo se aprecia que la cuantía varía según los pacientes tengan pequeños o grandes bocios como consecuencia de la alteración anatómica que se origina de la disposición anatómica, de tal manera que la variante **2B** se incrementa significativamente cuando la enfermedad produce dicho desplazamiento hacia arriba del polo superior de la glándula (54 vs. 14% en los casos de grandes y pequeños bocios respectivamente) **(76)**

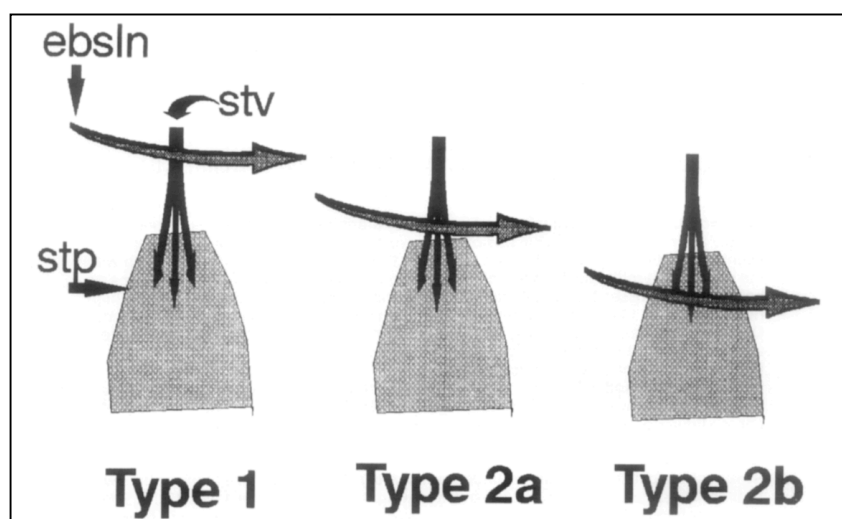


Fig.52. Clasificación de CERNEA (1995) (76)

Otra clasificación es la de **FRIEDMAN, (77)** basada en la anatomía de la rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**) antes de su inserción en el músculo cricotiroides. Esta clasificación no intenta reemplazar a la propuesta por **CERNEA** que está centrada en la anatomía del nervio en relación con el polo y la arteria tiroidea superior. Debe ser apreciada por lo tanto, como un sistema de clasificación complementario utilizado para la identificación intraoperatoria del tronco del nervio, antes de su ramificación terminal.

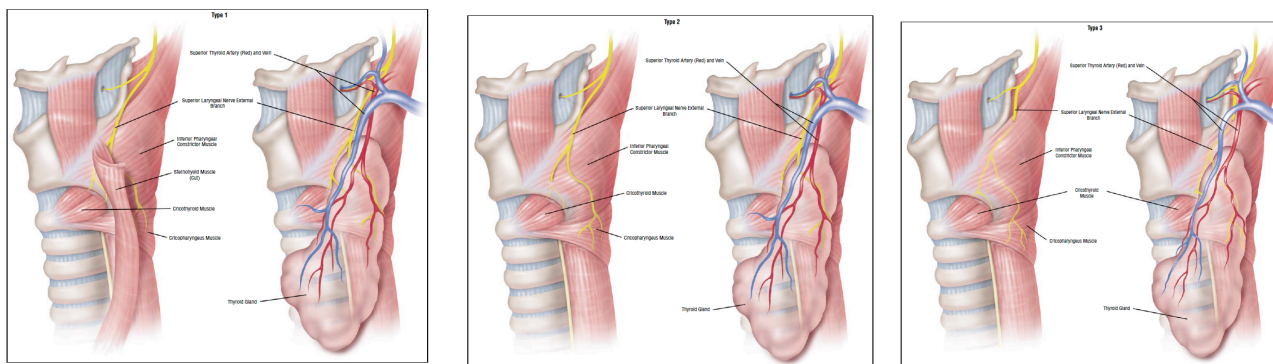


Fig. 53. Tipo1, Tipo 2 Tipo 3 Clasificación de FRIEDMAN (77)

En el tipo 1 el curso es totalmente superficial o lateral al constrictor inferior descendiendo con los vasos tiroideos superiores hasta que termina en el músculo cricotiroides.

La variante tipo 2 penetra en el constrictor inferior en la porción más baja del músculo. En este caso está parcialmente protegido por el constrictor inferior.

La variante tipo 3 se divide se divide debajo de las fibras más superiores del constrictor inferior permaneciendo cubierta por este músculo durante todo su curso al músculo cricotiroides.

El término “nervio inidentificable” es aplicado cuando el nervio no es fácilmente visible y el curso es totalmente debajo del músculo constrictor inferior, lo que ocurre en el 20% de los casos.

SELVAN y cols. en 2009, (78) propusieron una nueva tipificación clínica basada en un estudio de disección prospectivo y descriptivo de 70 nervios en 35 pacientes. Este estudio se realizó con **EMG** del músculo cricotiroides registrando los potenciales de acción de la **RENLS**, clasificándolos según la variación clínica durante las

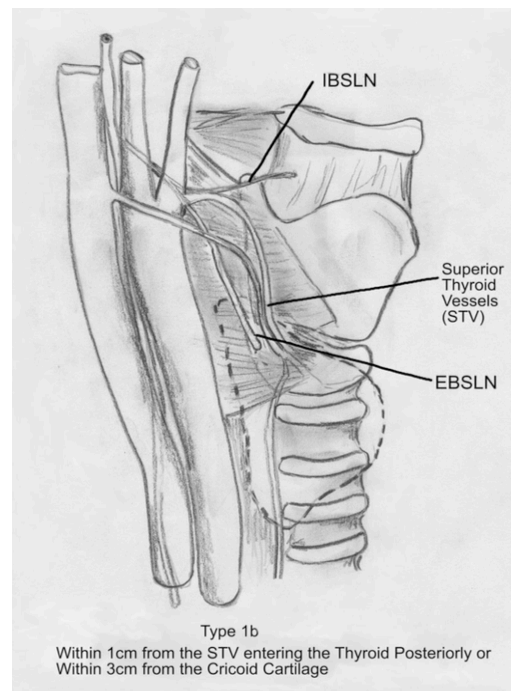
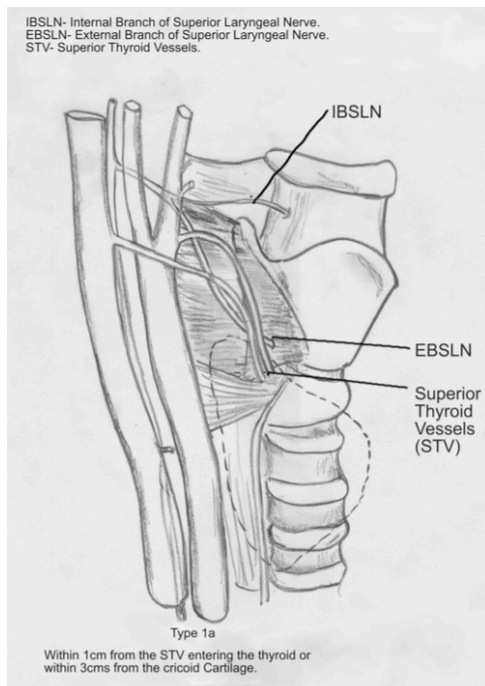
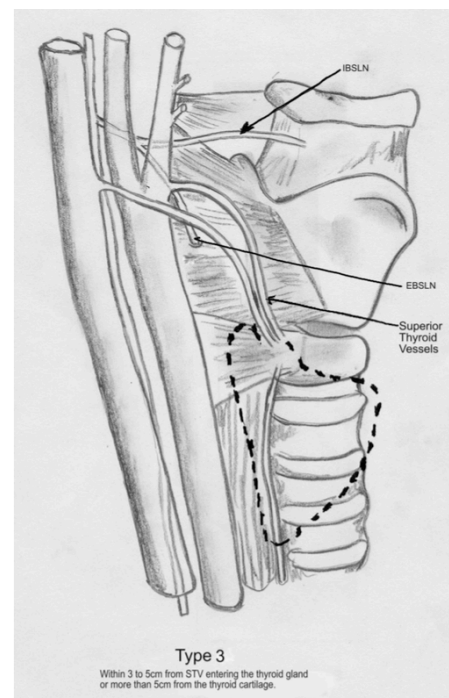
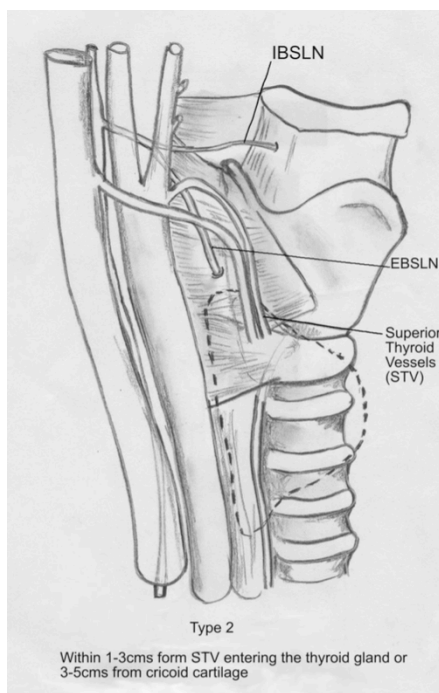


Fig.54. Clasificación de SELVAN tipos 1a, 1b,2 y 3



operaciones tiroideas rutinarias. Establece categorías del nervio en relación con los vasos tiroideos superiores y el cartílago cricoides.

En el **tipo 1a** el nervio está localizado a 1cm de la entrada de los vasos en la glándula ya sea anterior o entre las ramas de los vasos tiroideos superiores y a menos de 3 cm del cartílago cricoides (9% de pacientes).

En el **tipo 1b** el nervio está localizado posterior a los vasos pero a 1cm de la entrada de los vasos tiroideos superiores en la glándula. Este punto de entrada está junto a la línea de inserción del músculo cricotiroides sobre el cartílago cricoides (3% de pacientes)

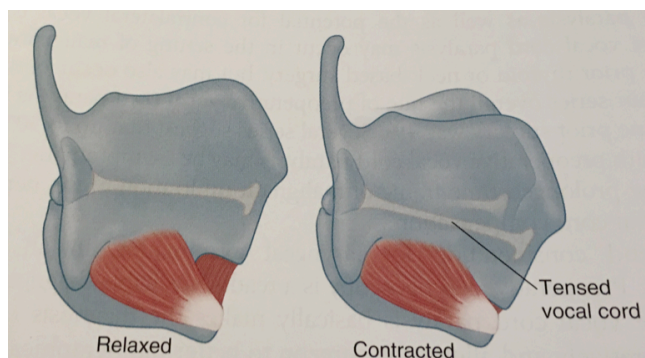
En el **tipo 2** el nervio está localizado entre 1 y 3 cm de la entrada de los vasos en la glándula y de 3 a 5 cm del cartílago cricoides (68% de los pacientes).

En el **tipo 3** el nervio está localizado entre 3 y 5 cm de la entrada de los vasos en la glándula y más de 5 cm desde el cartílago cricoides (20% de los pacientes)

4.1.7.4.2.-FISIOPATOLOGÍA DE LA RAMA EXTERNA DEL NERVIO LARÍNGEO SUPERIOR (RENLS)

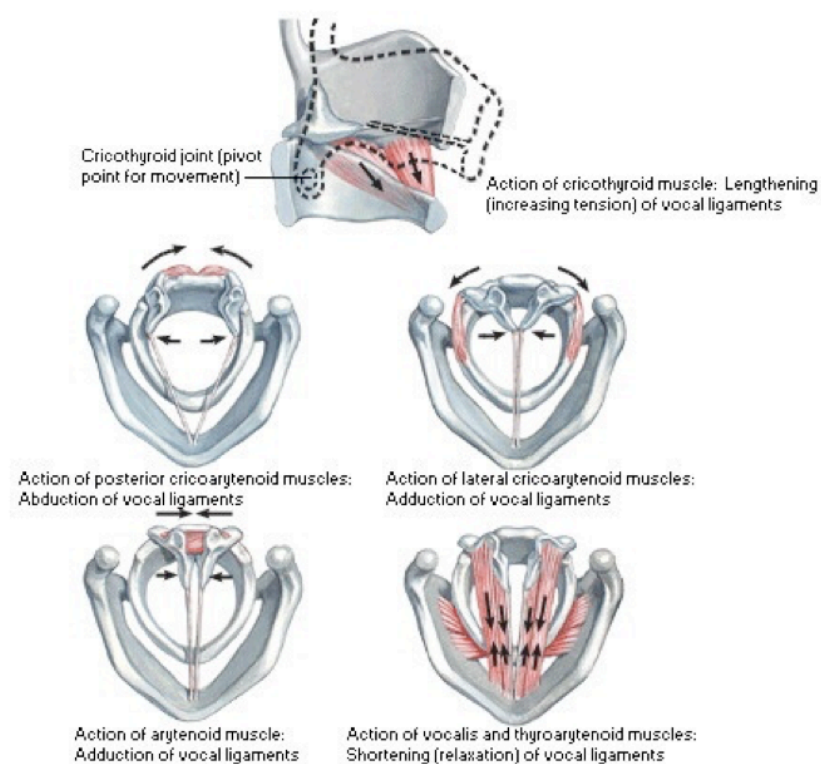
La rama externa del nervio laríngeo superior (**RENLS**) lleva al músculo cricotiroides solo fibras motoras que producen inclinación del cartílago tiroides en relación con el cartílago cricoides, con lo que se incrementa de este modo la distancia entre la comisura anterior y la posterior de la laringe. Esto aumenta la longitud y la tensión de la cuerda vocal.

Fig.55



El músculo cricotiroides tiene dos vientres, la *pars recta* y la *pars obliqua*, y la acción combinada de estas dos permite ajustar la longitud y la tensión de la cuerda vocal

Fig.56. Acción de los músculos de la laringe



La frecuencia de la vibración de la cuerda y el timbre resultante de la voz está influenciado por la tensión y el grosor de la cuerda vocal, que son determinados por la acción del músculo cricotiroides y la *pars vocalis* del músculo tiroaritenoides. El músculo vocalis acorta la cuerda vocal e incrementa su grosor.

La lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior produce cambios en la calidad y proyección de la voz y en la producción de sonidos agudos. Clínicamente un paciente con parálisis de la rama externa del nervio laríngeo superior puede tener voz ronca o débil. Los síntomas tienen más repercusión en profesionales de la voz, especialmente cantantes. Las mujeres con lesión de **RENLS** tienden a ser más conscientes de la modificación de la calidad de la voz y pueden sentirse incapaces de reconocer sus voces, ya que el tono se reduce y se asocia con una profunda falta de poder que hace difícil la proyección de la voz y el grito.

La debilidad de los músculos cricotiroides no produce aspiración; esto puede suceder con la lesión de la rama interna del nervio laríngeo superior, pero el músculo cricotiroideo no afecta directamente al cierre de la glotis.

4.1.7.4.3.-DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA LESIÓN DE LA RAMA EXTERNA DEL NERVIO LARÍNGEO SUPERIOR (RENLS)

El diagnóstico de la disfunción de la rama externa del laríngeo superior es difícil de confirmar basados solamente en los hallazgos clínicos o endoscópicos.

Los cambios de voz son sutiles y variables. La lesión puede causar debilidad o parálisis completa del músculo cricotiroideo ipsolateral, y pueden referir una voz más profunda o la incapacidad de producir sonidos de tono alto.

La voz al cantar puede estar significativamente deteriorada, y los pacientes pueden percibir debilidad, opresión y necesidad de un esfuerzo adicional para hablar. Además según la intensidad, los síntomas pueden tener un impacto significativo sobre la capacidad de la voz y en consecuencia sobre la calidad de vida.

En la evaluación funcional de la voz existe acortamiento del tiempo máximo de fonación (especialmente en lo que concierne a los sonidos **s, z y e**), así como disminución de los tonos altos y reducción del rango vocal.

El efecto de la disfunción del músculo cricotiroideo sobre la laringe es controvertido, pues unas veces se aprecia que la comisura anterior rota hacia el lado de la RENLS lesionada, y otros que lo hace hacia el lado opuesto. Algunos han observado alguna diferencia a nivel de las cuerdas vocales y también vibración asimétrica por estroboscopia, (79) sin embargo los cartílagos cricoides y tiroides manifiestan poco o ningún movimiento traslacional en la articulación.

Medidas aerodinámicas han mostrado incremento de la presión subglótica y descenso del flujo de aire cuando está paralizado el músculo cricotiroideo; y cuando existe parálisis cricotiroidea bilateral, el signo clínico más fiable es el fallo de la glotis para elongarse cuando el paciente intenta la fonación hasta un registro alto. Con parálisis unilateral o paresia bilateral la elongación glótica es débil pero no abolida por lo cual es difícil detectarla en una exploración.

Dado que las manifestaciones clínicas son a menudo sutiles y los hallazgos laríngeos no son concluyentes y a veces polémicos, la EMG del músculo cricotiroideo constituye la exploración más objetiva para documentar la disfunción de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS). Para ello se coloca un electrodo percutáneamente en el músculo siguiendo como puntos de referencia anatómicos externos, el borde inferior del cartílago tiroides y el cartílago cricoides .

El abordaje es efectivo, al introducir la aguja cerca de la línea media sobre la superficie superior del cartílago cricoides y deslizando la punta lateralmente sobre la superficie del cricoides entrando al músculo cricotiroideo desde su superficie profunda.

Para evitar la posibilidad de que los electrodos estén en el músculo esternotiroideo, el paciente debe ser instruido en flexionar el cuello o elevar la cabeza, acción que tensará los músculos cervicales pero no el cricotiroideo; y para el músculo

cricotiroideo se le indica que cree un tono alto /e/ o que de un tono de medio rango pase a un tono alto. El músculo cricotiroideo también se estimula por una inhalación.

Una lesión de la rama externa del laríngeo superior (RENLS) puede manifestarse por pérdida de conexión, potenciales de acción polifásicos o silencio eléctrico; sin embargo, no es posible diferenciar de forma definitiva el silencio eléctrico del músculo cricotiroideo, del fallo en la colocación del electrodo en este pequeño músculo.

La mejora espontánea de la calidad de la voz puede esperarse en casos de lesión temporal de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS), y la terapia de la voz puede resultar eficaz en pacientes con paresia o parálisis unilateral al incrementar la función muscular residual por el ejercicio; aunque desgraciadamente, lo habitual es que no sea efectiva la recuperación dinámica del rango del tono, cuando la parálisis es bilateral y completa.

La intervención de **ISSHIKI (80)** tipo IV (aproximación cricotiroidea) o una operación inversa tipo III avanzando la comisura anterior puede producir una elevación estática del tono pero no restaurará el rango dinámico de la voz. **EL-KASHLAN y cols. (81)**, en un número limitado de pacientes emplearon una técnica de reinervación del músculo cricotiroideo, con evidencia electromiográfica de recuperación de la calidad de la voz tras su reconstrucción.

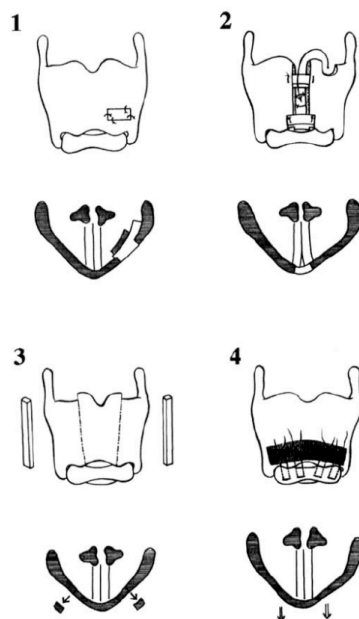


Fig.57. Laringoplastias según Isshiki (1998) (80)

Desde el punto de vista práctico las pruebas eléctricas intraoperatorias de la rama externa del laríngeo superior (RENLS) al final de la intervención, pueden servir para valorar el pronóstico postoperatorio de la función de RENLS y poseen un potencial importante para convertirse en un nuevo estándar de atención en cirugía tiroidea.

Una contracción cricotiroides positiva después de la estimulación de la RENLS al final de la operación puede considerarse como un signo de buena conservación de la función del nervio, lo que indica un riesgo extremadamente bajo de lesión nerviosa intraoperatoria. Por supuesto es importante estimular su porción más craneal, estimulando un segmento por encima de la región del nervio disecado durante el manejo del polo superior, para que pueda ser adecuadamente explorado durante esta maniobra.

Es esencial por lo tanto que todos los cirujanos de tiroides estén extremadamente familiarizados con la anatomía normal de la laringe y del músculo cricotiroides y observen con exactitud su contracción, y puesto que en cirugía tiroidea son frecuentes las alteraciones de la voz, y a pesar de que otras causas neurológicas contribuyen en muchos casos a una disfonía postoperatoria, una valoración formal de la laringe antes y después de la intervención es altamente recomendable.

4.1.7.4.4.-TÉCNICAS QUIRÚRGICAS PARA LA DISECCIÓN DE LA RAMA EXTERNA DEL NERVIO LARÍNGEO SUPERIOR

Existen diversas técnicas para minimizar el riesgo potencial de lesión de la rama externa del nervio laríngeo superior durante la disección y ligadura de los vasos tiroideos superiores:

1. Ligadura individualizada de las ramas de los vasos tiroideos superiores bajo visión directa de la cápsula tiroidea sin intentar visualizar la identificación del nervio. **(82)**
2. Identificación visual del nervio antes de la ligadura de los vasos del polo superior del tiroides. **(83)**
3. Utilización tanto de un estimulador nervioso como de neuromonitorización intraoperatoria para mapeo y confirmación de identificar la rama externa del nervio laríngeo superior **(RENLS)**.

El cirujano tiroideo deberá ser cuidadoso con meticulosidad con las técnicas de disección quirúrgica dentro del área del polo superior del tiroides para preservar tanto la rama externa del laríngeo superior como el músculo cricotiroides. Al menos debe asegurar que no está lesionada en el momento de seccionar el tejido en el polo superior, mediante la identificación de su curso o excluyendo su presencia en el tejido seccionado, ya sea visualmente o por neuromonitorización. Para terminar, deberá conocer las

localizaciones y variantes de la rama externa del laríngeo superior (RENLS) a través del conocimiento anatómico en la proximidad del polo superior y diversas clasificaciones existentes.

La **técnica quirúrgica** más recomendable de la disección del polo superior, **(84)** en síntesis, comienza con la separación (o sección) del músculo esternotiroideo de la cápsula del tiroides y la posterior apertura del espacio cricotiroideo, maniobra fundamental para movilizar adecuadamente el polo superior e identificar aquellas ramas externas del nervio laríngeo más bajos (el 20% del total), y que son los que más riesgo corren de ser lesionados a este nivel. La creación de este espacio pone a veces a prueba la pericia del cirujano y puede ser difícil en bocios hipervascularizados tipo Graves o Hashimoto. A continuación se procede a la disección lateral del polo superior y finalmente al abordaje del resto de la glándula.

Hemos de precisar la conveniencia de comenzar la disección por el espacio avascular entre la parte medial del polo superior y el músculo cricotiroideo porque de ese modo se obtiene una buena exposición del triángulo esterno-laríngeo-tiroideo que alberga a la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) así como que en la mayoría de las ocasiones con glándula de tamaño normal o ligeramente agrandada, no es necesaria la división transversal de los músculos pretiroideos. **(Fig.58)** Sin embargo, en casos de grandes masas dentro de la porción superior del lóbulo tiroideo o en un paciente de cuello corto, la sección parcial del músculo esternotiroideo puede mejorar el acceso al pedículo superior del tiroides.

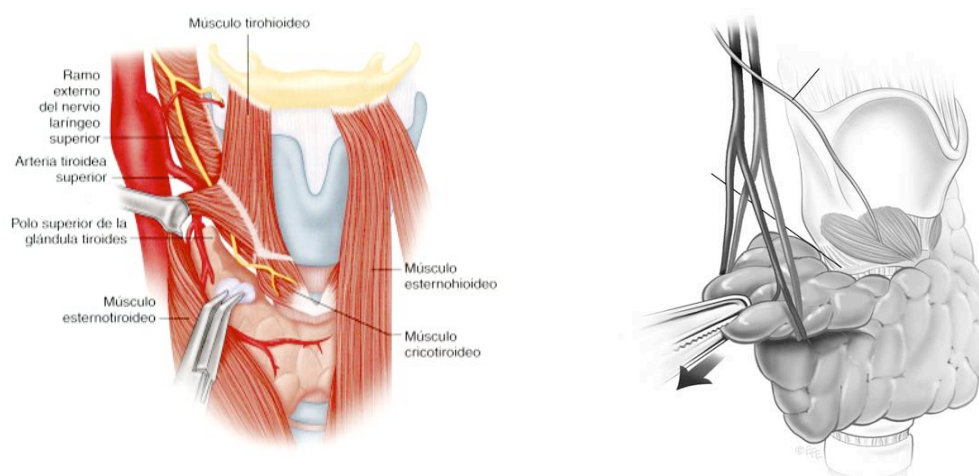


Fig.58 y Fig.59. Anatomía polo superior del tiroides

Para la ligadura los vasos tiroideos superiores es útil traccionar de la glándula en sentido latero-caudal con una pinza de Babcock, realizando la hemostasia de los vasos del polo superior mediante ligadura o sellado a ras de la glándula, para evitar la lesión del NLS. La liberación del polo superior continúa caudalmente hasta identificar la glándula paratiroides superior.

Los vasos tiroideos superiores deben ser aislados mediante disección meticulosa y roma, exponiendo las ramas de la arteria tiroidea superior en el punto de entrada en la cápsula tiroidea. **(Fig.60)** También, vale la pena subrayar que la división transversal del borde superior del músculo esternotiroideo y la suave tracción del polo superior en sentido latero-caudal, seguida de una disección roma dentro del plano avascular del triángulo esterno-laringo-tiroideo mejoran notablemente la exposición de la rama externa del laríngeo superior (RENLS), que suele descender paralela a la arteria tiroidea superior y se encuentra junto al músculo constrictor inferior antes de su terminación dentro del músculo cricotiroideo.

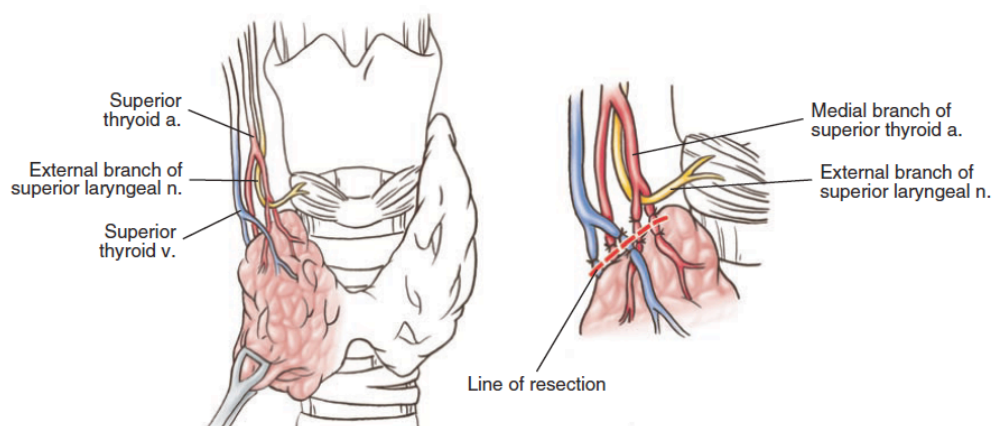


Fig.60 Detalles de la técnica quirúrgica

Otro punto destacable es que actualmente se considera **BARCZYNSKI y cols. (85)** como muy importante, buscar y visualizar el nervio en todos los casos, pues gracias a los trabajos de **LENNQUIST (73)** y **FREIDMAN (77)**, sabemos que solo cerca del 20% de RENLS no pueden ser identificados visualmente debidos a su recorrido subfacial/intramuscular. Además debe tenerse presente la posibilidad de cometer un error en la identificación, ya que en muchos casos fibras no neurales o tendinosas de la musculatura regional pueden ser equivocadamente consideradas como rama externa del nervio laríngeo superior, (**SELVAN**) (78), lo que refuerza la conveniencia de utilización de la estimulación nerviosa.

La disección del polo superior del tiroides es mucho más difícil y potencialmente peligrosa para la rama externa del laríngeo superior en operaciones de grandes bocios o pacientes de cuello corto. En tales casos el borde más alto del polo superior está marcadamente elevado creándose adherencias del nervio al tiroides, por lo que la incidencia del tipo **2B** de la clasificación de **CERNEA (74)** puede alcanzar el 54% de lesión sobre todo en bocios por encima de los 100 g. El número elevado de tipos **2B** en

estas circunstancias es debido más al aumento hacia arriba del polo superior del tiroides que del descenso del curso de la rama del nervio laríngeo superior. **CERNEA (74)**

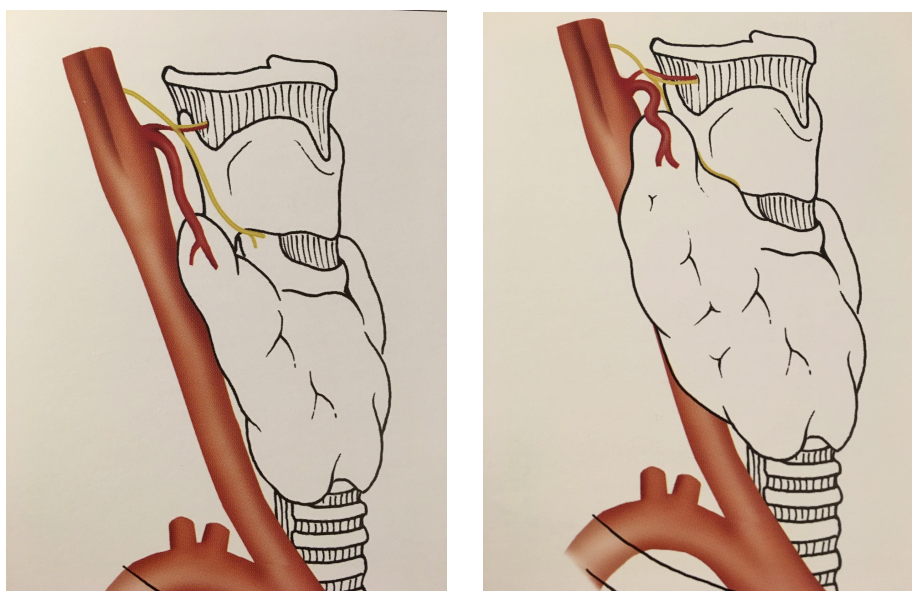


Fig.61. Bocio con elevación del polo superior

FURLAN (86) llega a similares resultados en un amplio estudio realizado en cadáveres para evaluar los factores de riesgo más importantes en la disección del polo superior del tiroides.

En su estudio, grandes bocios de casi 240 g tuvieron una incidencia del tipo 1 de CERNEA de 41%; tipo 2a del 25% y 2b del 24%; por lo que la técnica de la ligadura en masa del vértice se recomienda ser evitada a toda costa por la inseguridad que se genera y por poner en peligro inevitablemente la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS). Entre sus conclusiones establece, como factores de riesgo en la disección del polo superior, la gran importancia que tienen la relación anatómica del nervio con la glándula, la estatura corta del paciente, (cuello corto) y el gran volumen del lóbulo; pero en cambio no encuentran relación con el sexo, lado en el que predomina el bocio y factores étnicos.

Un factor de riesgo importante surge en las operaciones que se utilizan dispositivos selladores con energía para los vasos del polo superior, pues existe alto riesgo de lesiones iatrogénicas colaterales del calor sobre las estructuras adyacentes como la rama externa del nervio laríngeo superior, el nervio laríngeo recurrente y las glándulas paratiroides. Como consecuencia la utilización de este tipo de dispositivos es recomendable que esté precedido por la identificación visual o el mapeo del nervio, para asegurar su presencia lejos de la zona de peligro de lesión por el calor. **(87)**

Esta es la razón, por la clásica ligadura con sutura de seguridad en los vasos del polo superior permanece como alternativa a los selladores por energía, y por ello si una ligadura por sutura o un clip es identificado cerca de la rama externa del laríngeo superior y la neuromonitorización sugiere disfunción del nervio, ambos ligadura o clip pueden ser eliminados limitando el riesgo de lesión permanente del nervio a este nivel.

La regla mnemotécnica que puede recordar con facilidad los pasos importantes necesarios para la disección segura e identificación de la rama externa del nervio laríngeo superior durante las tiroidectomías se recoge en la tabla adjunta. **(85)**

The Mnemotechnic Formula of EBSLN Facilitates Recall of the Steps Necessary for Safe Dissection and Identification of the EBSLN.		
Acronym	Description	Aims
E	Expose of the space harboring the EBSLN	Exposure of the EBSLN can be improved by transverse division of the laryngeal head of the sternothyroid muscle and gentle traction of the superior thyroid lobe towards the lateral and caudal direction.
B	Bluntly dissect tissues	Blunt dissection within the avascular space between the cricothyroid muscle and medial aspect of the superior thyroid pole allows for visual identification of the EBSLN lying on the inferior constrictor muscle before its termination within the cricothyroid muscle.
S	Stimulate tissues during dissection	Stimulation of tissues during blunt dissection should be undertaken in order to facilitate visual identification of the nerve.
L	Look for cricothyroid twitch	Looking for a positive cricothyroid twitch is recommended during gentle dissection of tissues with the tip of the stimulation probe rather than expecting a positive EMG response on the monitor.
N	Navigate your dissection using the technique of nerve mapping	Navigation of the dissection should be continued once the nerve is identified to assure functional nerve preservation. In cases when the nerve is not seen but mapped out in the operative field, this navigation should allow for optimizing the level of the superior thyroid artery ligation to ensure intact functional integrity of the EBSLN provided by electrical nerve testing. One obtains positive stimulation medially and then only divides tissue in the superior pole dissection, which stimulates negatively.
EBSLN = external branch of the superior laryngeal nerve; EMG = electromyography.		

Tabla 1.: Regla mnemotécnica que facilita los pasos necesarios de disección de la RENLS (EBSLN) (85).

4.2.-NEUROMONITORIZACIÓN INTRAOPERATORIA

4.2.1.-Bases fisiológicas:

El potencial de reposo de la membrana neural en estado de reposo se mantiene con una diferencia de voltaje de 60-90 mV entre las caras interna y externa. Se mantiene gracias a la bomba Na-K dependiente de energía, la cual introduce iones K^+ en el interior celular y extrae iones Na^+ hacia el exterior. En esta situación los canales de sodio no permiten el paso de este ion a su través, estando en estado de reposo.

En condiciones normales, la membrana se halla polarizada, pero al llegar un estímulo nervioso, se inicia la despolarización de la membrana. El campo eléctrico generado activa los canales de sodio (estado activo), lo que permite el paso a su través

de iones Na^+ , que masivamente pasa al medio intracelular. La negatividad del potencial transmembrana se hace positiva, de unos 10 mV, y cuando la membrana está despolarizada al máximo, disminuye la permeabilidad del canal de sodio, cesando su paso por él de iones Na^+ (estado inactivo). Entonces, el canal de potasio aumenta su permeabilidad, pasando este ion por gradiente de concentración, del interior al exterior.

Posteriormente se produce una restauración a la fase inicial. Los iones son transportados mediante la bomba Na-K, el Na^+ hacia el exterior y el K^+ hacia el interior, lo cual se denomina **repolarización** de la membrana, pasando el canal de sodio de estado inactivo a estado de reposo. Estos movimientos iónicos se traducen en cambios en el potencial eléctrico transmembrana, dando lugar al llamado **potencial de acción**, que se propaga a lo largo de la fibra nerviosa. Todo el proceso de despolarización-repolarización dura 1 mseg, y la despolarización un 30% de este tiempo, mientras que la repolarización es más lenta.

4.2.2.-Generación y transmisión de señales nerviosas

La unión entre dos neuronas se denomina **sinapsis**, y en el tipo de sinapsis más común no existe contacto físico entre las neuronas, sino que éstas permanecen separadas por un pequeño vacío de unas 0.2 micras. Existen neuronas **presinápticas** y **pos sinápticas** y las sinapsis son direccionales.

Las señales nerviosas se pueden transmitir eléctrica o químicamente. La transmisión química prevalece fuera de la neurona, mientras que la eléctrica lo hace en el interior, basándose la transmisión química en el intercambio de neurotransmisores, mientras que la eléctrica hace uso de descargas que se producen en el cuerpo celular y que se propagan por el axón.

El fenómeno de la generación de la señal nerviosa está determinado por la membrana neuronal y los iones presentes a ambos lados de ella. La membrana se comporta como un condensador, que se carga al recibir corrientes debidas a las especies iónicas presentes. Contiene canales iónicos selectivos al tipo de ión, algunos son pasivos (consisten en simples poros de la membrana) y otros activos (poros que solamente se abren ante ciertas circunstancias).

Un hecho importante es que el pulso así generado es "digital", en el sentido de que existe o no existe pulso, y todos ellos son de la misma magnitud. Por otra parte, ante una estimulación más intensa disminuye el intervalo entre pulsos, por lo que la neurona se disparará a mayor frecuencia cuanto mayor sea el nivel de excitación. Es decir, la excitación queda codificada en la frecuencia de los pulsos producidos. Por otra parte, la frecuencia de disparo de la neurona no puede crecer indefinidamente, sino que existe una frecuencia máxima de respuesta debida a la existencia del período refractario.

En resumen, ante un estímulo mayor la frecuencia de respuesta aumenta, hasta que se alcanza una saturación conforme nos acercamos a la frecuencia máxima. La frecuencia de disparo oscila habitualmente entre 1 y 100 pulsos por segundo, aunque algunas neuronas pueden llegar a los 500 durante pequeños períodos de tiempo. Por otra parte, no todas las neuronas se disparan generando un tren de pulsos de una frecuencia aproximadamente constante, pues la presencia de otras especies iónicas hace que diferentes tipos de neuronas posean patrones de disparo distintos, en forma de trenes puros, paquetes de pulsos, o presentando patrones más complejos. Generado un pulso eléctrico por el soma, el transporte activo que se produce a lo largo del axón permite que pueda transmitirse a grandes distancias (hasta un metro) sin degradarse.

En los extremos del axón existen unas pequeñas vesículas sinápticas que almacenan paquetes de neurotransmisores; así, ante la aparición de un pulso eléctrico proveniente del cuerpo celular, y por mediación de los iones Ca^{2+} , se produce la liberación de neurotransmisores en cantidades cuantificadas (correspondientes a un número entero de vesículas). El número de pulsos que llegan y su frecuencia determinan la cantidad de neurotransmisor liberado, que a su vez producirá nuevas excitaciones o inhibiciones en otras neuronas. El mecanismo aquí descrito constituye la forma más común de transmisión de la señal nerviosa, pero no el único.

Cuando la distancia que debe recorrer la señal es menor de 1 mm la neurona puede no codificarla en frecuencia, sino enviar una señal puramente analógica. Es decir, la evolución biológica encontró que a distancias cortas la señal no se degradaba sustancialmente, por lo que podía enviarse tal cual, mientras que a distancias largas era preciso codificarla para evitar su degradación y la consiguiente pérdida de información.

4.2.3.-Antecedentes históricos

DU BOIS-REYMOND en **1.848** demostró por primera vez los potenciales de acción de los nervios y describió la actividad eléctrica del músculo con la realización de la primera electromiografía; y **FOERSTER y ALTERNBERGER** en **1.935** utilizaron inicialmente la electroencefalografía (EEG) intraoperatoriamente. **(88)**

La Neuromonitorización en las intervenciones quirúrgicas ha sido utilizada para minimizar la morbilidad de las manipulaciones operatorias; y su objetivo identificar los cambios de la función nerviosa antes de que se originen lesiones irreversibles. Es utilizada también, para localizar estructuras neurales tales como los nervios craneales durante la cirugía de la base del cráneo; tests funcionales de estas estructuras, y como mecanismo de detección precoz de lesiones intraoperatorias, permitiendo con ello las medidas correctoras inmediatas.

Con más frecuencia se ha empleado por neurocirujanos en la cirugía de la columna, pero también por cirujanos vasculares, ortopédicos, otorrinolaringólogos e incluso urólogos, aunque actualmente las aplicaciones más frecuentes son la cirugía de la columna, intervenciones cerebrales seleccionadas, endarterectomías, neuromas acústicos (schwannoma vestibular), parotidectomías, y cirugía del cuello. También han sido aplicados los potenciales motores evocados en la cirugía toraco-abdominal de los aneurismas del cayado aórtico.

Los pioneros del desarrollo de la neuroestimulación laríngea fueron **FAABORG ANDERSEN, (1957)(89); SHEDD (1966) (90),(91) y FLISBERG en 1969. (92). SHEDD (90)(91)**, en la Universidad de Yale, en un modelo experimental canino inicialmente y después en humanos introducía un balón en la laringe y registraba los cambios que producía la estimulación eléctrica del nervio recurrente y del nervio laríngeo superior,

RIDDELL (1970), (6) publicó los resultados de la identificación del nervio laríngeo recurrente tras 23 años de practicar cirugía tiroidea en la que realizaba como medida de seguridad la palpación laríngea tras estimular el nervio recurrente; y **GAVILAN y GAVILAN (1986) (93)** del Departamento de Otorrinolaringología del Hospital de la Paz de Madrid, en un grupo de 80 pacientes, 63 de cirugía tiroidea y 17 paratiroidea, y 120 nervios (NLR) expuestos, realizaron la estimulación del nervio laríngeo recurrente entre 0,5-2,0 mA. mientras el primer ayudante deslizaba un dedo sobre la superficie posterior de la laringe para palpar el cartílago aritenoides y el músculo cricoaritenoso posterior, cerrando los ojos para sentir mejor la estimulación.

Sin embargo, es importante destacar en sus conclusiones, a pesar de los buenos resultados en la identificación del nervio, que al igual que sus predecesores, no excluyen la obligatoriedad de un preciso conocimiento de la anatomía quirúrgica del cuello que consideran de soberana importancia en este tipo de cirugía.

Desde 1980, diferentes técnicas de neuromonitorización intraoperatoria (**NMIO**) han sido propuestas, incluyendo procedimientos invasivos y no invasivos, palpación laríngea, monitorización de la presión glótica, observación glótica, electrodos intramusculares colocados endoscópicamente en las cuerdas vocales, electrodos sobre la superficie de tubo endotraqueales, y electrodos sobre la superficie postcricoidea. **(94)**

El sistema de electrodos sobre la superficie de tubos endotraqueales ha sido el más popular por varias ventajas, incluyendo la fácil colocación y uso, su naturaleza no invasiva y la capacidad de un electrodo de superficie para contactar con grandes áreas cuyas respuestas quedan reflejadas en el Electromiograma.

Entre los diversos métodos de monitorización del NLS utilizados en la literatura, la utilización de electrodos de superficie directamente fijados sobre superficies de tubos endotraqueales ha sido considerado similar (desde el punto de vista de la práctica quirúrgica) al uso de electrodos monopares situados endoscópicamente en los músculos laríngeos; electrodos bipares instalados durante la cirugía a través de la membrana cricotiroides; y electrodos de superficie colocados en contacto con los músculos postcricoideos. Y aunque los potenciales musculares registrados con los electrodos de superficie pueden tener más baja amplitud, demuestran similar umbral de estimulación. **(95)**

Los sistemas equipados con electrodos de superficie directamente fijados al tubo endotraqueal son más fáciles de utilizar que los electrodos intramusculares, que

resultan más complicados de insertar, pueden ser implantados en una posición errónea, y pueden emigrar durante la operación o incluso romperse.

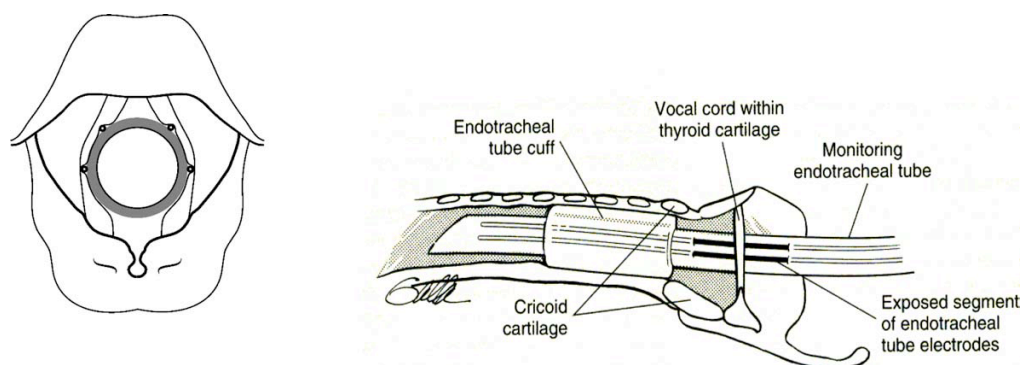


Fig.62. Monitorización endotraqueal

El INMSG (*"International Neural Monitoring Study Group"*) fue fundado en 2006 para el desarrollo del campo emergente de la neuromonitorización neurofisiológica de los nervios laríngeos en cirugía de tiroides y paratiroides, y se trata de un grupo internacional de cirujanos e investigadores seleccionados con experiencia clínica y expertos en cirugía tiroidea y paratiroidea, monitorización neural y campos relacionados. Incluye cirujanos (otorrinolaringólogos, cirujanos generales y cirujanos endocrinos), laringólogos, especialistas de la voz y electromiografía laríngea, anestesiólogos, neurofisiólogos y técnicos, habiendo publicado Guía Clínicas (87) estableciendo estándares para la neuromonitorización con el objetivo de mejorar la calidad de la NMIO y disminuir las variaciones inapropiadas, habiendo celebrado el primer Congreso Mundial en Cracovia en 2015. (96)

4.2.4.-Frecuencia de la Neuromonitorización

Existe un incremento de interés en la NMIO con numerosas instituciones en el mundo que han comenzado en los últimos años cada vez más a monitorizar en las tiroidectomías, habiendo cambiado actitudes con la introducción de dispositivos de monitorización no invasivos, la publicación de estudios prospectivos randomizados, guías clínicas definiendo estándares sobre la monitorización del NLR y la RENLS, cursos de formación, investigaciones clínicas e implicaciones legales.

De este modo en países como Estados Unidos se ha ido incrementado su utilización por parte de Otorrinos y cirujanos, que anteriormente han cuestionado su uso al pensar que no mejoraba la seguridad de las tiroidectomías, si bien del 7% de utilización en 2001 han pasado al 37% en 2007 entre cirujanos jóvenes, académicos y en centros de gran volumen. Los argumentos de los que no la emplean los basan en que la identificación de un nervio intacto puede conducir a una falsa sensación de seguridad, que además eleva los costes, siendo beneficioso solo en un 10%, no acortando el tiempo operatorio ni previniendo la lesión nerviosa.(97)

La Neuromonitorización intraoperatoria (NMIO) es el estándar de cuidado en Alemania y en 2010 el 90% de los departamentos quirúrgicos están equipados con monitores, siendo utilizados en el 93% de las tiroidectomías con el control de la estimulación vagal antes (V1) (49%) y después de la resección (V2) (73%). (98)

En el Reino Unido se ha incrementado su uso por miembros de la British Association of Endocrine and Thyroid Surgeons (**BAETS**), así como en otros países como Dinamarca, Francia España,, Italia, Polonia y China. Y se estima, que la utilización se ha extendido mayormente según un orden en el que predominan los hospitales públicos, seguidos de los universitarios por la existencia de mayor número de casos difíciles que

además no siempre pueden predecirse preoperatoriamente. También, en dichos centros, para la formación de residentes con menos experiencia; y por último en menor grado, en los centros privados **(99)**.

De todos modos mientras la utilización aún en muchos países está regulada por factores no del todo claros, se aprecia en general que el incremento de la NMIO obedece a la aparición o desarrollo de factores multifactoriales entre los que se incluyen los siguientes:

- Introducción de dispositivos no invasivos*
- Incremento de seguridad y sistemas de fácil utilización*
- Publicaciones de ensayos randomizados prospectivos*
- Guías clínicas de estándares (para NMIO del NLR y RENLS)*
- Cursos de formación*
- Valoraciones Médicolegales*
- Desarrollo de investigaciones*
- Tendencias de utilización en otras subespecialidades*

4.2.5.-Impacto en la técnica quirúrgica

Actualmente se considera la neuromonitorización intraoperatoria (NMIO) como un complemento al **“gold standard”** (regla de oro) de la identificación visual nerviosa que afecta a la calidad del procedimiento quirúrgico por adición de una nueva dinámica funcional durante la cirugía tiroidea. Un argumento puede ser hecho y consiste en su utilización en todo de modo habitual, ya que en casos difíciles que no se pueden predecir preoperatoriamente, la aplicación rutinaria ha proporcionado mayor experiencia en la interpretación de la señal y solución de problemas por mal funcionamiento.**(23)**

En resumen:

- Disminución de parálisis transitoria en intervenciones de alto riesgo
- Diagnóstico intraoperatorio (no postoperatorio) de lesión del NLR
- Pronóstico del nervio laríngeo recurrente (NLR)
- Identificación y confirmación temprana del NLR
- Ayuda en la disección del NLR e identificación de la RENLS
- Detección de las ramas del NLR
- Manejo del NLR distorsionado
- Manejo del enlazado entre las ramas del NLR y la arteria tiroidea inferior
- Valoración del nervio laríngeo no recurrente
- Ayuda en la tiroidectomía total
- Disección del tumor que infiltra al NLR
- Tiroidectomía secuenciada
- Tiroidectomía endoscópica
- Investigación y formación
- Valoración Médico legal.

Las causas de lesiones intraoperatorias del NLR son múltiples, y muchas son debidas a errores en la técnica quirúrgica: sección del nervio, ligadura o atrapamiento, tracción durante la movilización medial del lóbulo, succión cerca del nervio, compresión, contusión, presión, isquemia por excesiva disección, lesión eléctrica y térmica **(100)**.

La sección nerviosa completa es poco frecuente cuando existe experiencia quirúrgica, pero el resto de lesiones, (térmicas, tracción, compresión o contusión) aún con experiencia, pueden ser subestimadas e indetectables para los ojos del cirujano, que

solo a través de la valoración funcional con NMIO puede excluirlas. Los nuevos dispositivos de energía selladores de vasos, tienen el efecto potencial de lesionar las estructuras adyacentes como los nervios laríngeos por difracción del calor, aún cuando visualmente se aprecian intactos.

La **valoración intraoperatoria** de la función del NLR con neuromonitorización es importante por varias razones:

-Predicción intraoperatoria de la función pronostica postoperatoria

-Prevención de lesión del NLR bilateral a través de una tiroidectomía “secuenciada” (cuando sucede pérdida de señal en el primer lado o se planifica un procedimiento bilateral)

-Localización por NMIO de la conducción nerviosa interrumpida con identificación de “como” y “cuando” fue lesionado el NLR.

-Determinando el mecanismo de lesión del NLR que ayude al cirujano a refinar mejor su técnica quirúrgica.

Si el nervio lesionado es identificado por neuromonitorización y la causa es por ligadura, atrapamiento o clip, puede ser inmediatamente liberado con recuperación potencial de la lesión nerviosa.

4.2.6.-Análisis basado en la evidencia

Para realizar un análisis crítico de la literatura científica de la Neuromonitorización (NMIO), deben tenerse en cuenta dos consideraciones preliminares.

Primero, la frecuencia de parálisis permanentes y transitorias de lesiones del nervio recurrente está en un punto final con una incidencia relativamente baja por lo que para alcanzar un adecuado poder estadístico son necesarios estudios más amplios.

Segundo, muchos de los estudios publicados presentan una heterogeneidad significativa, pues se aprecian varias condiciones que pueden influir sobre la frecuencia de la lesión neural y deben ser incluidos o excluidos en estos estudios. En particular la relación con la experiencia del cirujano, la naturaleza histológica de la lesión (benigna o maligna, enfermedad de Graves, bocio multinodular), y finalmente el tipo y extensión del procedimiento quirúrgico (reintervención versus primera intervención; tiroidectomía total versus tiroidectomía subtotal). Además, otro punto que debería ser considerado es que en algunos de estos estudios no tienen realizadas como exploración obligada laringoscopias preoperatorias y postoperatorias para la valoración de la movilidad de las cuerdas vocales.

Por otra parte han sido valorados diferentes formas de NMIO (dispositivos invasivos y no invasivos; solo audición; o audio y documentación electromiográfica), y la aplicación de datos correctamente estandarizados a menudo no es válida. Por ejemplo la realización de estudios donde falta la estimulación vagal, efectuada por cirujanos principiantes en neuromonitorización. **(101)**

BARCZYNSK et al. (100), consideran que la NMIO reduce de modo estadísticamente significativo el porcentaje de parálisis transitoria en las reintervenciones quirúrgicas (2,6% y 1,4% con NMIO, versus 6,3% y 2,4% sin NMIO respectivamente); y que la diferencia con las parálisis permanentes puede ser debida a la falta de significación estadística por insuficiencia del tamaño de la muestra, pues serían necesarios 952 pacientes por brazo de estudio, en vez de los 850 estudiados.

ALESINA et al. (102), en una amplia serie de 1.100 tiroidectomías realizadas por cirujanos jóvenes, valorando las potenciales ventajas de la NMIO durante la formación quirúrgica concluye, que ésta ofrece durante el periodo de entrenamiento similares

ventajas intraoperatorias a las que proporciona la ayuda de un “sénior” con mayor experiencia en esta cirugía.

Sin embargo, existen divergencias entre los trabajos científicos de la literatura sobre la utilidad de la NMIO en la prevención de lesiones del NLR, aunque **BARCZYNSKI et al. (103)**, en un amplio y suficiente estudio con significación estadística de nervios en riesgo encuentra que existe menor incidencia de parálisis transitorias (2,9% de diferencia entre grupos), y al comparar entre bajo riesgo y alto riesgo, de 0,9% entre grupos aunque esto no alcanza significación estadística.

Concluyen que al comparar la NMIO solo con la identificación visual del nervio, disminuye la tasa de lesiones transitorias (particularmente en los pacientes de alto riesgo), pero que esto no es soportado estadísticamente en lo que se refiere a las parálisis definitivas.

Con respecto a la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) **BARCZYNSKI (29)**, considera que la disección tiene alto riesgo de lesión en un tercio de los pacientes con el tipo 2A y 2B de la clasificación de **CERNEA**, y que la neuroestimulación puede identificar objetivamente el nervio, dirigiendo a la contracción (“twitch”) del músculo cricotiroideo en todos los casos. Por lo tanto, la NMIO mejora significativamente la identificación de la RENLS durante las tiroidectomías y reduce el riesgo de los cambios en la fonación precoces aunque no permanentes tras las tiroidectomías.

DIONIGI et al.(104), valoran la neuromonitorización con la tiroidectomía videoasistida, sobre todo con el NLR y la RENLS, encontrando que las parálisis transitorias fueron del 8,3% en el grupo de identificación visual versus 2,7% en el de

NMIO, y que la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) era de visualización más fácil siendo la identificación >83% versus 42% en el grupo solo de visualización.

Los diversos metanálisis realizados, como los de **PISANU et al. (105)**, y **SANABRIA et al. (106)** entre otros, tienen discordantes conclusiones. En ellos se recogen no solo estudios prospectivos sino también estudios de cohorte permitiendo un amplio análisis, pero con reducida calidad metodológica y sin resultados estadísticamente significativos.

En resumen, de los datos disponibles se pueden extraer algunas conclusiones apoyadas estadísticamente a pesar de la heterogeneidad de las afirmaciones y las opiniones sobre el papel de la NMIO en cirugía tiroidea. Sobre todo, que las tendencias crecientes de su uso y el desarrollo de nuevas modalidades como por ejemplo la neuromonitorización continua, están fuertemente impulsados por la evidencia clínica del impacto quirúrgico positivo que esta tecnología tiene actualmente y tendrá en el futuro. Además la NMIO actualmente es la única manera de realizar una evaluación funcional intraoperatoria confiable y en tiempo real, repetible y más precisa sobre la integridad nerviosa, y la fiabilidad de sus datos ha sido ampliamente demostrada, por lo que irá en el futuro incrementando progresivamente su utilización.

4.2.7.-Estándares para la Neuromonitorización intraoperatoria

La colaboración multidisciplinar y la estandarización de la técnica son requisitos previos para el éxito de la monitorización nerviosa. Ambos, el cirujano y el anestesiólogo deben estar familiarizados con el uso apropiado de los electrodos laríngeos, posicionamiento del tubo endotraqueal y conocimiento y fuente de errores de falsos negativos.

Manejo pre y posoperatorio

El procedimiento de la neuromonitorización debería ser realizado por cirujanos que conozcan perfectamente sus normas básicas (estándares del equipo de anestesia, y monitorización con estimulación rutinaria del nervio vago (**V1**) antes de la disección, y al final de la tiroidectomía (**V2**) (con perfecto conocimiento de la resolución de problemas del algoritmo, pérdidas de señal, e interpretación de la señal del Electromiograma) (**98**), (**101**).

La curva de aprendizaje está entre 50 y 350 procedimientos (**102**), y sus diferentes formas pueden reflejar el grado variable en el que el cirujano modificará su propia técnica de disección. Además si la tecnología de la neuromonitorización está comprometida antes o durante la cirugía, deberá utilizar métodos alternativos, habilidades quirúrgicas, experiencia y buen conocimiento anatómico para prevenir la lesión nerviosa.

Examen laríngeo pre (**L1**) y postoperatorio (**L2**) son esenciales para mejorar la correlación pronóstica entre la estimulación continua del vago y la función glótica pre y postoperatoria. **L1** es una referencia para **V1** (estimulación vagal pre-disección) y **L2** es una referencia para **V2** (estimulación vagal post-disección).

En la documentación de registro de la neuromonitorización deben ser recogidos los parámetros de amplitud, latencia, morfología de la onda y magnitud de la corriente de estimulación de **V1**, **R1**, **R2**, y **V2** para cada lóbulo tiroideo. **R1** indica la estimulación del NLR en el cruce con la arteria tiroidea inferior y **R2**, el NLR a la entrada en la laringe. La identificación y estimulación de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) se refiere como **S1** y al final de la disección como **S2**.

La **INMSG** ha propuesto para **V1** una amplitud de $>500 \mu V$ como requisito previo para la correcta interpretación, diagnóstico y verificación de la funcionalidad intacta del

NLR y para la definición de una “significativa” reducción de señal así como verdadera pérdida de señal. La latencia para el vago derecho es de 5,47 ms y 8,14 ms para el vago izquierdo; y para el NLR de 3,96 ms y para la RENLS de 3,56 ms, ambos más cortos que la latencia vagal. No hay relación de la amplitud y latencia con el tamaño del tumor > o <5 cm; ni con el índice de masa corporal, o con el grado de disección neural.

Resumen de estándares para neuromonitorización intraoperatoria (NMIO):

- Consentimiento informado estructurado (procedimiento si hay pérdida de señal **LOS**)
- Examen laríngeo preoperatorio (**L1**)
- Estimulación vagal antes de la disección tiroidea (**V1**)
- Estimulación del NLR en la identificación inicial (**R1**)
- Estimulación del NLR al final de la disección y completada la hemostasia (**R2**)
- Estimulación de la RENLS en la identificación (**S1**)
- Estimulación de la RENLS al final de la disección (**S2**)
- Estimulación vagal después de completar la tiroidectomía y la hemostasia (**V2**)
- Documentación EMG incluida en la Historia Clínica del paciente con los registros
- Examen laríngeo postoperatorio (**L2**)

4.2.8.-NEUROMONITORIZACIÓN DE LA (RENLS) TÉCNICA I: Técnica de estimulación-contracción (“Twitch”) del MCT (músculo cricotiroideo)

Los principios fundamentales de electrofisiología de monitorización del nervio laríngeo recurrente (NLR) en cirugía tiroidea descritos en detalle en la Guía Internacional publicada **(87)** son aplicables para la rama externa del nervio laríngeo superior. De este modo se considera:

1.-La RENLS necesita ser estimulada y se considera la respuesta verdaderamente positiva, por visualización de la contracción del músculo cricotiroides ("twitch") o de la observación de una onda glótica endotraqueal.

2.-La respuesta de la RENLS es negativa si visualmente el "twitch" es negativo y no existe onda glótica endotraqueal.

La INMSG propone en el abordaje del polo superior, según su experiencia y la existente en la literatura, manteniendo las dos maniobras de acceso, ya sea ligando individualmente las ramas sin visualización, o con ella identificando antes la rama nerviosa; pero en ambas siempre, con monitorización/estimulación neural, ya que con estas maniobras la conservación de la RENLS está asegurada totalmente.

BARCZYNSKI y cols. (29), en un estudio randomizado de 210 pacientes demuestran que la identificación de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) mejora notablemente cuando se utiliza la neuromonitorización (NMIO) comparativamente con la visualización sola, identificando el 34% sin NMIO versus 84% ($p < 0.001$) cuando es empleada, reduciendo además la incidencia de lesiones transitorias (no las permanentes) y el riesgo de cambios fonatorios precoces tras las tiroidectomías.

MASUOKA y cols. en un estudio prospectivo randomizado de 252 pacientes recientemente publicado **(107)**, alcanza resultados similares; y en el estudio de **SELVAN y cols. (78)**, se identifica el 100% con estimulación nerviosa y Electromiograma (EMG) del músculo cricotiroides en 35 pacientes y 70 nervios en riesgo. Además en dicho estudio son apreciados un número elevado de falsos positivos en la identificación visual antes de la estimulación eléctrica, por fibras no neurales o fibras tendinosas de los músculos cricotiroides o del constrictor inferior, que fueron descubiertos por la falta de potenciales de acción tras la estimulación.

Estos hallazgos sugieren, que la identificación visual sin confirmación electromiográfica puede ser fallida y que si se añaden también datos cuantitativos a la técnica podrían hacer el procedimiento de identificación y conservación del nervio, más definitivo y preciso.

La técnica de la estimulación nerviosa tiene una ventaja sustancial en identificar todos los tipos nerviosos, incluyendo el tipo 1 de **CERNEA** que se encuentra en posición más alta y a veces bajo la inserción del músculo esternotiroides; así como descendiendo, los tipos 2ª y 2B que son más vulnerables a la lesión por manipulación quirúrgica.

La INMSG (87) recomienda la NMIO con la corriente de estimulación a 1 mA durante la disección para controlar el posible atrapamiento de la RENLS durante la disección de cada porción del polo superior. La visualización puede ser confirmada por estimulación directa del nervio en el punto de entrada (si se ve) en el músculo cricotiroides, pero es facilitada enormemente, si se realiza la estimulación del tejido en una línea paralela y por debajo de la inserción del músculo esternotiroides en la laringe, que puede resultar altamente confiable para el tramo distal, antes de la terminación en el músculo cricotiroides.(Fig.63)

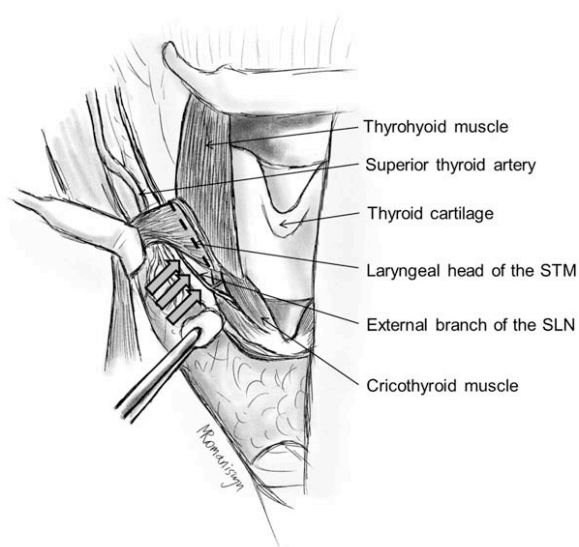


Fig.63. Detalle de la línea paralela para estimular la RENLS debajo de la inserción del músculo esternotiroides en la laringe. (85)

Una identificación positiva del nervio debería ser confirmada por la observación de contracciones del músculo cricotiroides (“twitch”) que en algunos casos también puede estar acompañada de la audición de una señal, y la respuesta electromiográfica en el monitor.

Tras completar la disección del polo superior la integridad funcional del nervio puede ser documentada a través de la estimulación eléctrica y de una respuesta positiva del “twitch” del músculo cricotiroides (100% de los casos), por lo que se recomienda esta técnica no solo para la tiroidectomía abierta sino también para la mínimamente invasiva vídeo asistida (MIVAT).

Al final de la disección del polo superior, la estimulación positiva de la RENLS (superior o distalmente) cerca de la región de la disección de los vasos del polo superior indica el buen funcionamiento nervioso postoperatoriamente.

4.2.9.-NEUROMONITORIZACIÓN DE LA (RENLS) TÉCNICA II: Técnica de Electromiograma glótico

En contraste con la monitorización del NLR, la monitorización de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) está basada en la medida de dos distintos resultados tras la estimulación:

- 1.-Valoración del “twitch” cricotiroides (presente en todos los pacientes).
- 2.-Respuesta electromiográfica registrada por el monitor a través del electrodo situado sobre el tubo entre las cuerdas vocales presente en el 70-80% de los pacientes. Sin embargo este resultado es más variable, y sucede por el “nervio comunicante” externo, que representa una extensión de la RENLS ramificada en los dos ventres musculares del cricotiroides y extendido a la laringe para inervar la mitad anterior de la cuerda vocal ipsolateral. La razón por la que se identifica la onda glótica en el 70% a 80% es poco clara y muchas veces está relacionada con el dispositivo empleado.

POTENZA y cols. (108) en su estudio sobre 72 pacientes encuentran que la estimulación de la RENLS generó un “twitch” cricotiroides positiva en el 100% de los casos mientras que obtuvieron registro electromiográfico en el 80%, siendo la amplitud sin que se produjera ningún cambio por las múltiples estimulaciones un tercio de la amplitud ipsilateral del NLR.

La estimulación fue similar sin diferencia de sexo a niveles de 1 y 2 mA, por lo que consideran que la neuromonitorización (NMIO) de la rama externa del laríngeo superior (RENLS) ayuda a la identificación en todos los casos y proporciona información electromiográfica en el 80%, lo cual indica que este resultado es mucho más variable y sucede debido al nervio comunicante humano externo, un nervio que representa una extensión de la rama externa del laríngeo superior ramificando los dos ventres del músculo cricotiroides y extendiéndose dentro de la laringe para inervar la mitad anterior de la cuerda vocal ipsilateral, como ya se ha referido anteriormente.

La identificación electromiográfica solo del 70 al 80% es posible que sea como consecuencia de que la onda generada es de muy pequeña amplitud y puede que no sea detectada por el software de monitorización como onda significativa y reconocible. La latencia es muy corta, porque también la distancia a la laringe es corta, y puede ser silenciada por el software de monitorización que muy pronto suprime intencionadamente la respuesta que podría ser la cola de la actividad electromiográfica relacionada con un artefacto de la estimulación de la corriente generada.

La variabilidad en la obtención de los registros electromiográficos glóticos tras la estimulación, se debe a que como la RENLS inerva primeramente al tercio anterior de la cuerda vocal y por ello puede ser sensible su registro al posicionamiento del tubo endotraqueal con el sensor; pero también la variabilidad puede concebirse relacionada con la variable presencia anatómica del nervio comunicante humano, que ha sido descrito en el 85% de los estudios de disección **(27), (109)**.

DARR y cols. (110) realizan un estudio electromiográfico (EMG) prospectivo de la RENLS, RNL, nervio vago, utilizando un estimulador mono y bipolar, así como un tubo endotraqueal con el sensor integrado, **(Fig.64)** analizando también la respuesta del twitch del músculo cricotiroides a la estimulación.

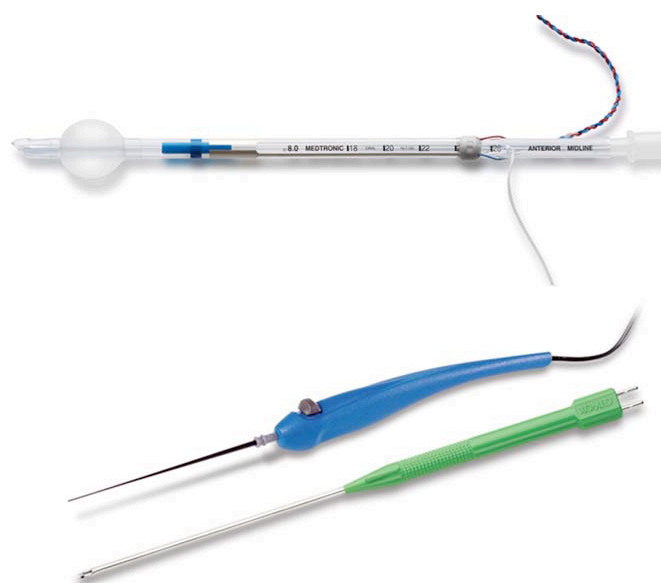


Fig.64. Tubo endotraqueal y estimuladores mono y bipolar(110)

En el 100% de los casos fue identificada y cuantificada la respuesta electromiográfica de la rama externa del laríngeo superior, apreciando que no cambiaba la amplitud electromiográfica a pesar de la extensa disección nerviosa y múltiples estimulaciones, ni había diferencias entre el lado derecho o izquierdo, en la edad por encima o debajo de los 50 años, entre el sexo masculino o femenino ni con la estimulación monopolar o bipolar. En conclusión consideran que la NMIO puede utilizarse satisfactoriamente en cirugía tiroidea para identificar y cuantificar la actividad electromiográfica de la rama externa del laríngeo superior en el 100% de los pacientes, sin que tenga influencia que el estimulador sea mono o bipolar.

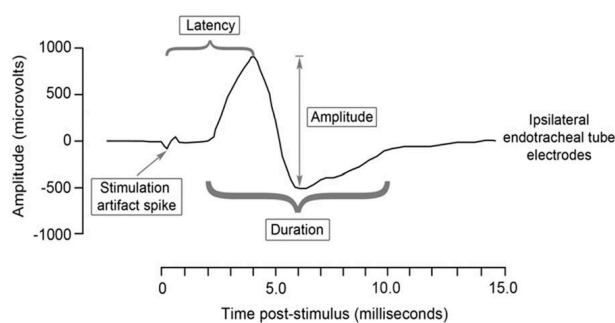


Fig.65. Representación de un potencial evocado de NMIO (110)

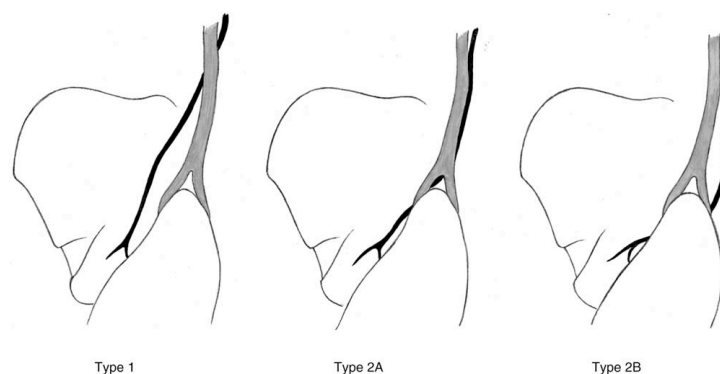


Fig.66. Clasificación anatómica de CERNEA de la RENLS

HURTADO-LOPEZ LM, DÍAZ-HERNÁNDEZ PI, BASUTRO-KUBA E y cols. (111), en su estudio sobre 240 polos superiores con NMIO identifican la RENLS en el 97,5% y visualmente el 79,1%, no observando lesiones nerviosas en la cirugía realizada tras NMIO.

Ante la posibilidad de variar la primitiva clasificación de CERNEA (realizada tras disección de 30 cadáveres), por la practica de la neuromonitorización intraoperatoria (NMIO), certifican por su estudio, que no encuentran diferencias de localización de la RENLS tras la neuromonitorización con dicha clasificación.

4.2.10.-Equipo para monitorizar la RENLS:

Muy diferentes formatos de monitorización nerviosa han sido estudiados, incluyendo la palpación laríngea, observación glótica, monitorización de la presión glótica, electrodos situados intramuscularmente en la cuerda vocal, electrodos intramusculares colocados a través de la membrana cricotiroides, electrodos de superficie en el tubo endotraqueal, y electrodos de superficie postcricoides.

Por una variedad de razones incluyendo la seguridad, utilidad y simplicidad, los sistemas de electrodos de superficie basados en tubos endotraqueales han proliferado y representan el equipo de monitorización más frecuente hasta hoy, incluyendo monitor gráfico de documentación de las ondas tanto para el NLR como para la RENLS.

Los sistemas de audición exclusivamente son problemáticos porque la respuesta electromiográfica a la estimulación no puede ser cuantificada (morfología de la onda, amplitud, límites, y latencia).

La estimulación de los electrodos puede ser monopolar o bipolar, pero los electrodos de estimulación bipolar pueden ofrecer la ventaja potencial de mayor sensibilidad a través de la estimulación focal del nervio y tal vez menos artefactos de estimulación. **(87)**

En la sonda monopolar, la corriente eléctrica fluye desde la punta de la sonda a través del tejido hacia el electrodo de referencia que está colocado en los músculos circundantes del cuello. La sonda bipolar consiste en un electrodo cátodo (-) y en un electrodo ánodo (+), y la corriente eléctrica orbicular fluye de un polo al otro a través del tejido, debiendo el cátodo estar situado lo más próximo al nervio. En comparación con las sondas monopolares, las sondas bipolares mantienen un campo de estimulación relativamente pequeño permitiendo la localización del nervio de manera absoluta. **(Fig.69)**

4.2.11.-Metodología de la Neuromonitorización de la RENLS

Los estándares de anestesia, equipamiento, colocación del tubo endotraqueal y test de verificación y corrección de la posición del tubo son iguales que para la neuromonitorización del NLR. **(87)**

4.2.11.1.-Anestesia

La neuromonitorización durante la cirugía tiroidea puede modificarse, principalmente, por los relajantes musculares que podrían reducir la amplitud de la onda de electromiografía (EMG) y reducir la sensibilidad del dispositivo para evitar la lesión nerviosa. La técnica anestésica debe ajustarse para conseguir una señal adecuada y al mismo tiempo garantizar unas condiciones seguras para el enfermo.

La Guía clínica del **INMSG** (International Intraoperative Monitoring Study Group), aconseja que durante el periodo de monitorización debe evitarse la relajación neuromuscular prolongada, y que en la intubación se debe prescindir de la aplicación sobre el tubo endotraqueal de pomada de Lidocaína o algún tipo de lubricante, pudiendo utilizar como relajante *Succinil-colina* a 1-2mg/kg de peso (vida media de acción más corta), o con dosis reducidas de *Rocuronio* o *Cisatracurio*. Otros fármacos anestésicos halogenados, como Óxido nitroso, Opioides o Propofol, son empleados para el mantenimiento de la anestesia y no deben interferir con la monitorización. **(87)**

La profundidad media, medida en la comisura de la boca es de $20,6 \pm 0,97$ cm en hombres y de $19,6 \pm 1$ cm en mujeres. La colocación correcta del tubo para electromiografía debe comprobarse antes y después de preparar al paciente para la intervención, mediante laringoscopia directa, con video-laringoscopio o con el empleo de fibro-broncoscopio. Lo importante es ajustar cada técnica anestésica en cada caso para no interferir con las respuestas electromiográficas durante la monitorización y asegurar que la colocación de los electrodos es la adecuada entre las cuerdas vocales.

La anestesia general con intubación traqueal es la técnica más utilizada para la cirugía tiroidea. Las técnicas loco-regionales, como el bloqueo del plexo cervical profundo o la anestesia epidural cervical, pueden ser un recurso ante pacientes con una situación clínica comprometida, sobre todo a nivel respiratorio, aunque pueden ocasionar complicaciones importantes. También se considera que la anestesia total intravenosa es más ventajosa que el uso de anestésicos volátiles, pues presenta menos incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios y tiene una respuesta muy predecible a las variaciones de dosis .

4.2.11.2.-Técnica:

Los tres sistemas de neuromonitorización más utilizados son el NIM 3.0 Monitoring system ® (Medtronic, Jacksonville, Florida); el C2 Nerve Monitor Inomed Medizintechnik GmbH ® (Emmendingen, Alemania); y el **sistema Avalancha XT ® Dr. Langer Medical (Waldkirch, Alemania)**. De los tres utilizamos el sistema Avalancha XT® Dr. Langer Medical que emplea sensores entre las cuerdas adhesivos al tubo endotraqueal, (habitualmente nº7), sin modificar la estructura de este por no estar integrado en el mismo.



Fig.67 A

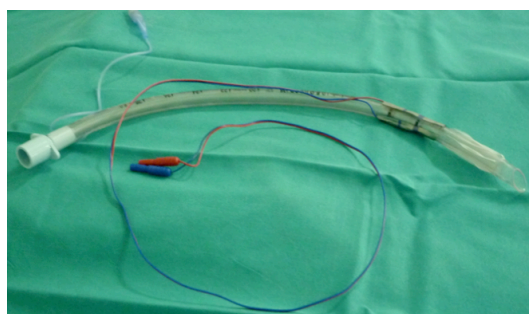


Fig.67 B



Fig.68 A

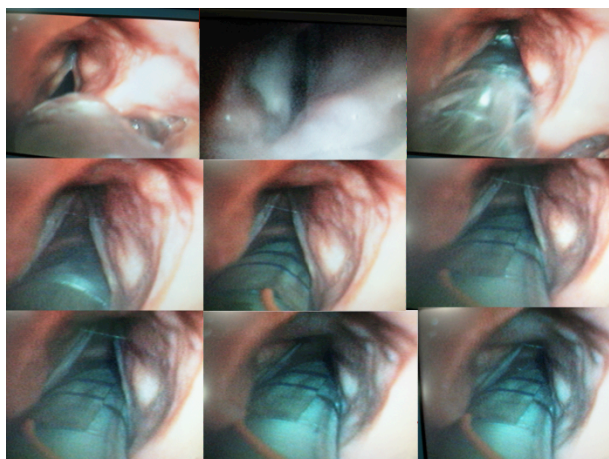


Fig.68 B

Fig.67, A y B) Sensor y fijación en posición correcta sobre el tubo. Fig.68, A y B) Colocación del tubo endotraqueal entre las cuerdas

El posicionamiento del tubo es confirmado por visualización directa o vídeo cámara de intubación laríngea que permite un control más eficaz de la colocación del sensor entre las cuerdas. **(Fig. 67 y 68)** También puede hacerse por las variaciones respiratorias que se aprecian porque la amplitud electromiográfica alcanzada de 30 a 70 μV registrada antes de comenzar la profundización de la anestesia y antes de que el bloqueo neuromuscular haya pasado.

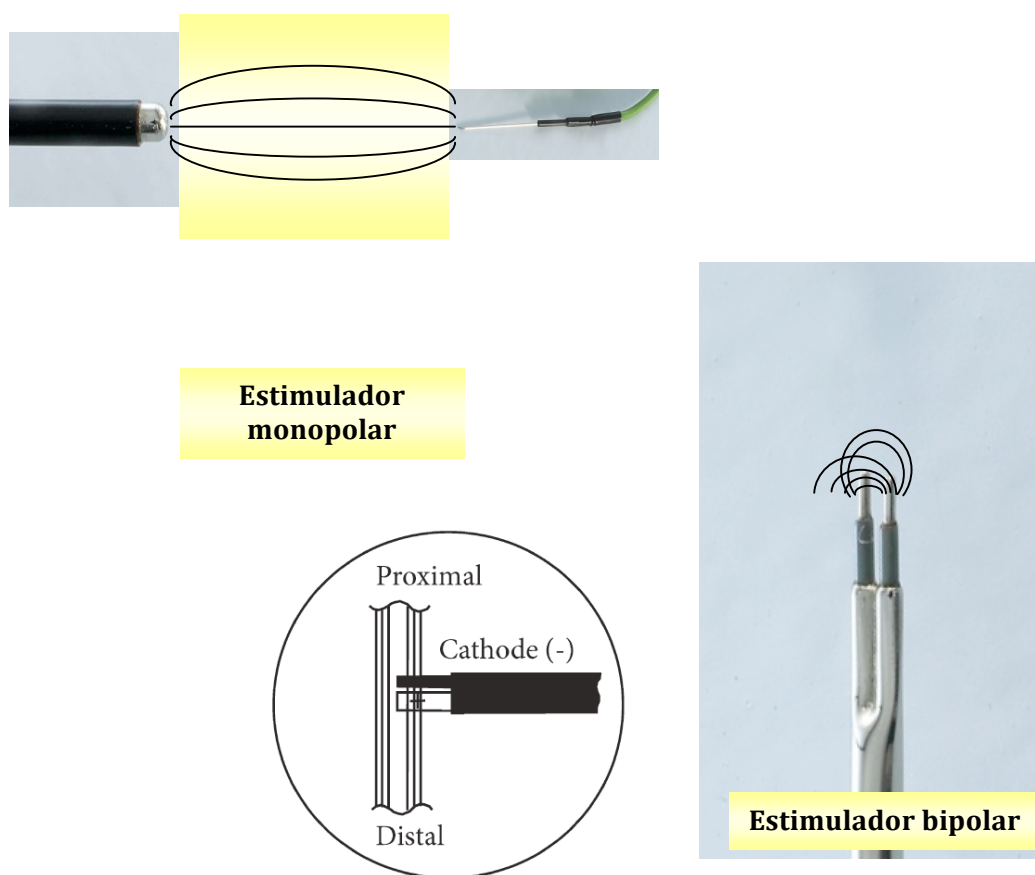


Fig. 69. Estimulador monopolar y bipolar

El estímulo eléctrico es enviado a 1 mA, y se considera *estimulación positiva* cuando es audible y se registra una amplitud electromiográfica de un potencial de acción $>100 \mu\text{V}$ para el NLR y $>50 \mu\text{V}$ para la RENLS, antes y a la terminación de la intervención. La velocidad de conducción nerviosa es de 3,3-3,5 m/s.

El registro de la amplitud del potencial evocado depende del número de fibras musculares que contribuyen a la respuesta (100-800 μV); y la *forma* de la onda, depende del grado de difusión a lo largo del músculo. **(Fig.65)**

El umbral de estimulación corresponde al grado de corriente de estimulación (mA) que genera un potencial evocado con la primera amplitud reconocible. La

saturación de estimulación se refiere al grado de corriente de estimulación (mA) que provoca un potencial evocado (μV) con la máxima respuesta de amplitud.

También son registradas la latencia y la *contracción* (“*twitch*”) del músculo cricotiroides. La *latencia* indica el tiempo desde la estimulación al primer potencial de acción y representa la velocidad o facilidad de estimulación inductora de despolarización, dependiendo de la distancia desde el punto de estimulación a la cuerda vocal ipsilateral.

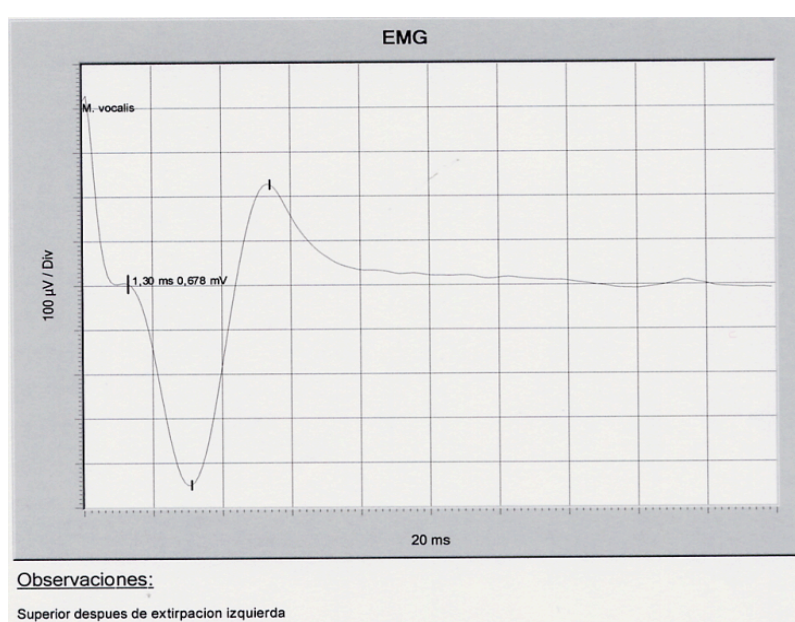


Fig.70. Potencial evocado de la RENLS al finalizar la intervención

4.2.11.3.-Normativa y definiciones de señal de neuromonitorización de la RENLS

En el estudio randomizado realizado por **BARCZYNSKI y cols. (29)** la amplitud del potencial evocado resultante con 1 mA de estimulación registrada está presente en el 73,9% de pacientes con $249.5 \pm 144.3 \mu\text{V}$, siendo la amplitud tras la estimulación de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) menor que la amplitud del potencial

evocado observado durante la estimulación del nervio laríngeo recurrente (NLR), que es de $638.5 \pm 568.4 \mu\text{V}$ ($P < .001$).

Similares observaciones han sido realizadas también por el grupo de **RANDOLPH** en 72 pacientes intervenidos con la estimulación del NLR y de la RENLS entre 1 o 2 mA, siendo la estimulación de la RENLS posible en el 78.1% de los casos, y la amplitud obtenida de $269.9 \pm 178.6 \mu\text{V}$, mientras que en el NLR fue de $782.2 \pm 178.6 \mu\text{V}$. Para la RENLS la amplitud inicial fue de $270.7 \pm 190.7 \mu\text{V}$, y la pos disección de $260.3 \pm 177.9 \mu\text{V}$.

No hubo diferencias significativas entre la estimulación de la RENLS con 1 mA ($280.8 \pm 216.9 \mu\text{V}$) y la estimulación con 2 mA ($261.8 \pm 142.4 \mu\text{V}$) ($P = .704$); y la amplitud del potencial de acción de la RENLS fue significativamente más baja que la amplitud del NLR en la proporción de un tercio aproximadamente. **(108)**.

Los resultados de la amplitud fueron similares en ambos sexos, y tampoco hubo diferencias con respecto al lado estimulado en lo referente al NLR; sin embargo en lo que se refiere a la RENLS, la amplitud fue mayor en el lado izquierdo sin que ello tenga hasta ahora una explicación muy clara.

La definición de resultados de la estimulación como **verdadero positivo**, se produce cuando existe correcta identificación de la RENLS y está confirmada con el “twitch” cricotiroides tras la estimulación del nervio con una corriente de 1 mA (con o sin respuesta electromiográfica-EMG).

Verdadero negativo se define cuando no existe “twitch” del cricotiroides tras la estimulación de tejido que además no corresponde a la rama externa del laríngeo superior (RENLS).

Estimulación como **falso positivo** implica identificación incorrecta de la RENLS, y está definida por un positivo “twitch” cricotiroides (con o sin respuesta EMG).

correspondiente) en el caso de estimulación no neural. Tal escenario es apreciado a veces durante el “mapping” con corriente de 2 mA. Para descartar la estimulación de derivación no neural lo mejor es bajar la corriente de estimulación al nivel donde es silenciada la estimulación del falso positivo (habitualmente entre 0.8 y 1 mA).

El resultado de ***falso negativo*** indica la identificación errónea de la RENLS por una estructura no neural, definida sin twitch cricotiroideo (y sin correspondiente respuesta EMG) tras la estimulación de la RENLS. Las causas más frecuentes suelen ser problemas del equipo de estimulación, sangre o fascia cubriendo el segmento del nervio estimulado, insuficiente corriente de estimulación, bloqueo, y neurapraxia transitoria de la rama externa del laríngeo superior.

Frecuencia de la lesión de la RENLS

Es difícil valorar actualmente la incidencia de lesión de la rama externa del laríngeo superior debido a los limitados datos y heterogéneos métodos empleados en los diferentes estudios realizados. Dada la variabilidad de los síntomas vocales y sutiles y variados hallazgos del examen laríngeo postoperatorio, el único camino definitivo para el diagnóstico de lesión de la RENLS es con la electromiografía (EMG) del cricotiroideo.

La incidencia varía entre 0 y 58%, de lesiones temporales y 3,8% de permanentes **JANSSON (112)**; por consiguiente la lesión de la RENLS se piensa que representa la más subestimada y frecuente morbilidad dentro de la cirugía tiroidea. La laringoscopia indirecta estándar y los síntomas de la voz fallan en establecer el diagnóstico de una paresia parcial aislada del NLS y solo los registros de EMG del cricotiroideo hacen posible el diagnóstico definitivo; aunque la estroboscopia y las mediciones del tono promedio de la voz pueden ser utilizadas como procedimientos de tamizaje no invasivos.

La neuromonitorización ha mejorado la identificación y conservación funcional del nervio disminuyendo la incidencia. De todos modos **BELLANTONE (82)** en un estudio randomizado ligando distalmente las ramas de los vasos tiroideos superiores sin alcanzar la visualización del nervio, considera que en manos expertas tiene los mismos resultados que con la identificación rutinaria (0,5 versus 0,8% para las lesiones temporales). El estudio **(82)** sin embargo, no incluye la definición electromiográfica de la función cricotiroidea.

5.-Hipótesis y objetivos

El nervio laríngeo superior procede del nervio vago y tras salir de la base del cráneo del ganglio nodoso a nivel de C2, a 4 cm por encima de la bifurcación carotídea, desciende junto a la pared lateral de la faringe y cruza la cara medial de la carótida externa dividiéndose cerca de la arteria lingual y del asta mayor del hueso hioides, en dos ramas terminales: una interna sensitiva para la mucosa de la laringe supraglótica, y otra externa, motora que se origina en la superficie lateral de la laringe.

La rama externa del nervio laríngeo superior, desciende sobre el músculo constrictor inferior de la faringe hacia el músculo cricotiroides, que está formado por dos vientres bien diferenciados, siendo las dimensiones del nervio de menor calibre que el nervio Laríngeo Recurrente con un diámetro de 0.8 mm y 8-8.9 cm de longitud y con variable posicionamiento. Un 20% en sentido inferior se dirige muy cerca del polo superior del tiroides, mientras que otro 20% se sitúa a nivel medial, en profundidad con respecto a la fascia del constrictor, con lo cual solo un 80% de los casos tiene un curso externo y por lo tanto es visible durante la disección.

Funcionalmente las consecuencias clínicas de su lesión han sido con frecuencia infravaloradas en general durante muchos años, salvo en determinados profesionales de la voz; y en el transcurso de la técnica quirúrgica tiroidea ha sido “el nervio gran olvidado”, existiendo incluso manuales de cirugía endocrina en los que obviándolo, en la técnica de la tiroidectomía, se indicaba realizar la ligadura en masa del polo superior. Ha seguido dedicándose más atención a las lesiones que pueden originar mayores problemas, como son las del nervio Laríngeo inferior y las glándulas paratiroides, y esto se ha visto reflejado en buena medida en la literatura publicada al respecto.

Tras los estudios iniciales efectuado en cadáveres y pacientes operados, en el que se advertía de la variabilidad topográfica de esta rama nerviosa con relación al músculo constrictor inferior de la faringe y con la arteria tiroidea inferior, han surgido muchas clasificaciones con desigual aceptación, inspiradas esencialmente, en la localización y la relación mantenida con el pedículo vascular tiroideo superior, y el borde del polo superior de la glándula tiroidea; que en intervenciones de grandes bocios o pacientes de

cuello corto hacen que la práctica de la cirugía pueda resultar más compleja y potencialmente peligrosa.

El desarrollo de la técnica quirúrgica de las tiroidectomías remarcando el principio fundamental de la identificación de las estructuras anatómicas obligadamente, ha vuelto a destacar la importancia de esta rama nerviosa, poco considerada en tiempos anteriores, así como las alteraciones en la voz producidas tras su lesión.

Además, el principio general esencial que indica la necesidad de mantener el campo operatorio exangüe, para permitir identificar las estructuras anatómicas, es obligadamente preceptivo en cirugía tiroidea por la gran vascularización y las dificultades que entraña el campo operatorio, lo que hace que se hayan desarrollado para realizar la hemostasia nuevos dispositivos selladores de vasos, dotados de energía, en lugar de ser realizada esta, por medio de las tradicionales ligaduras manualmente.

Con ello, se ha generado la posibilidad de una lesión iatrogénica nueva por efectos colaterales del calor que se desprende en mayor o menor grado sobre las estructuras adyacentes: la rama externa del nervio laríngeo superior, el nervio laríngeo recurrente y las glándulas paratiroides.

Por lo tanto con el perfeccionamiento técnico que se exige en cirugía, actualmente tiene sentido que ese “nervio olvidado” en cirugía tiroidea, como era considerado hace algunos años, su identificación, conservación íntegra y destacada relevancia, del que comparativamente se han hecho menos publicaciones en la literatura en relación con las efectuadas sobre el nervio laríngeo recurrente, sea objeto de nuestro estudio mediante neuromonitorización intraoperatoria, incrementando así el mejor conocimiento de esta rama motora, a través de los objetivos que se relacionan.

5.1.-Objetivo general

-Evaluar mediante un estudio prospectivo la influencia sobre la técnica quirúrgica de tiroidectomía total, del control con neuromonitorización intraoperatoria de la rama externa del nervio laríngeo superior, según el protocolo desarrollado.

5.2.-Objetivos específicos

5.2.1.- Objetivo principal:

-Análisis de los resultados de neuromonitorización intraoperatoria de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) con dispositivos de JJP Hospitalaria, (fabricación: Dr. Langer Medical ®, GmbH, Fabrik Sonntag Haus 4a, 79183, Waldkirch, Alemania), comparando los parámetros obtenidos con el análisis de las muy escasas series publicadas, y consideraciones prácticas propuestas.

5.2.2.- Objetivos secundarios :

-Valoración específica de los siguientes parámetros:

- 1.-Identificación de la rama externa del nervio laríngeo superior en el campo operatorio.
- 2.-Análisis de la neuromonitorización intraoperatoria según:
 - Latencia
 - Amplitud
- 3.-Pacientes sin neuromonitorización positiva
 - Falta de señal
 - Parámetros de neuromonitorización
- 4.- Estudio comparativo con los valores del N. Vago y NLR.
- 5.-Resultados comparativos de los valores obtenidos en relación con:
 - Peso de la glándula y funcionalidad.

- Localización
- Género y edad
- Patología tiroidea

MATERIAL Y MÉTODO

6.-MATERIAL Y MÉTODO

6.1.- MATERIAL:

6.1.2.-MUESTRA

El Estudio ha sido realizado de forma prospectiva sobre 201 pacientes intervenidos entre Enero y Diciembre del 2016.

Todos los pacientes pertenecen al área Sanitaria del Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla y a la Unidad de Cirugía Endocrina de este Centro, declarando que en la utilización de dispositivos tecnológicos no existen conflictos de intereses y que los enfermos reciben información sobre la realización técnica y los medios empleados en la práctica de la cirugía.

El estudio ha superado los principios establecidos por el Comité de Ética de este Hospital, y han sido registrados los parámetros que se relacionan:

- Filiación Hospitalaria
- Historia Clínica
- Estudios analíticos generales y específicos de función tiroidea.
- Estudios de imagen: Ecografía, TAC, o Estudios isotópicos según los casos.
- Informe de PAAF de tiroides(Clasificación de BETHESDA).
- Indicación quirúrgica.
- Consentimiento operatorio informado
- Laringoscopia preoperatoria (excluidos del estudio los pacientes con parálisis previa de cuerdas vocales).
- Valoración pre anestésica y clasificación ASA
- Estudio hematológico (Grupo sanguíneo y rH)
- Técnica quirúrgica (tiroidectomía total en todos los casos)
- Datos registrados de Neuromonitorización
- Estudio histológico de la pieza operatoria
- Laringoscopia postoperatoria.

Los datos fueron registrados en una base de datos en el programa SPSS y sometidos al análisis estadístico.

6.1.3.-EQUIPO DE MONITORIZACIÓN

El equipo utilizado es un neuromonitor de 1 canal, sistema Avalancha XT con software SI VNS Thyroid ® Dr. Langer Medical GnbH (Waldkirch, Alemania) que emplea sensores entre las cuerdas adhesivos al tubo endotraqueal, (habitualmente nº7), sin modificar la estructura de este por no estar integrado en el mismo.

El optimo ajuste del tubo entre las cuerdas vocales viene indicado por la impedancia que debe ser menor de 5 k Ω con una diferencia menor de 1 k Ω en cada electrodo, la profundidad media en la comisura de la boca es de 20,6 +- 0,97 cm en el hombre y de 19,6 +- 1 cm en la mujer. Las señales electromiográficas (EMG) medidas son procesadas por el AVALANCHE SI Thyroid VNS y reproducidas de forma acústica y visual siendo representadas en una pantalla.

La ventana de representación de las señales EMG está dividida en dos partes. En la parte izquierda aparece de forma continua la señal EMG medida como curva con barras de borrado; en la parte derecha se representan señales disparadas por estimulación. La estimulación es reconocida automáticamente por el sistema cuando se produce el contacto del tejido con la sonda. Durante la estimulación, los segmentos de las señales se registran en la parte derecha.

En la parte superior de la ventana EMG, a su vez, hay 6 ventanas con los principales eventos ocurridos durante la operación de tiroides. De manera automática se representan la amplitud y la latencia de todos los nervios

La indicación precisa del nervio recurrente o del nervio vago sólo es posible dentro de los rangos de latencia señalados a continuación. Si los valores se encuentran fuera de dichos rangos, aparece en el monitor el mensaje "Nervio no detectado".

	Lado izquierdo	Lado derecho
N. recurrente	1,95...3,91 ms	1,95...2,99 ms
N. vago	4,69...7,42 ms	3,92...5,80 ms
Nervio no detectado	<1,95 ms 3,91<...<4,69 ms >7,42 ms	<1,95 ms >5,80 ms
N. recurrente / N. vago	-	3,00...3,91 ms

Dado que la detección de nervios se basa en determinados rangos de latencia que dependen del lado, el sistema no funciona de manera fiable cuando se selecciona el lado incorrecto.

Para cada tipo de estimulación se puede ajustar una intensidad de corriente independiente. El sistema reconoce automáticamente cuál es el tipo de estimulación en estado activo, cambia el color de las teclas (azul/verde) y utiliza la respectiva intensidad de corriente.

La sonda de estimulación puede ser monopolar o bipolar. Si se utiliza un matriz bipolar para la estimulación nerviosa, la orientación exacta de los electrodos positivos (ánodo) y negativos (cátodo), a medida que se colocan en el nervio, es de gran importancia en la estimulación eficiente.

Todos los demás parámetros de estimulación (por ejemplo, la frecuencia) se adaptan a los ajustes óptimos

Parámetros de estimulación	Valor
Tipo de estimulación	Corriente constante
Frecuencia del estimulador manual	4 Hz
Frecuencia de estimulación del electrodo de n.vago	3 Hz
Ancho de pulso	200 μ s
Forma del pulso	Rectangular,negativo

Cuando la sonda de estimulación está conectada y se produce el contacto con el tejido, suena un tono de señal y el sistema cambia al modo de estimulación. El indicador "LED" identificado como "Estimulación activa", situado en el ángulo inferior izquierdo de la pantalla EMG, se enciende en azul. Durante la estimulación, también es posible detectar acústicamente el artefacto y diferenciarlo de una respuesta muscular.

Dado que tanto el artefacto de estimulación como la eventual respuesta muscular pueden detectarse acústicamente, es fundamental tener en cuenta las curvas en la pantalla para poder diferenciar entre un mero artefacto y la respuesta al estímulo. Si no se cumple esta regla, existe el riesgo de que el artefacto sea evaluado erróneamente como potencial de acción muscular

6.2. MÉTODO:

6.2.1.-ANESTESIA

De modo general durante el periodo de neuromonitorización debe evitarse la relajación neuromuscular prolongada, y evitar aplicar sobre el tubo endotraqueal Lidocaína o algún tipo de lubricante, pudiendo practicar la relajación con *Succinil-colina* a 1-2mg/kg de peso (vida media de acción más corta), o con dosis reducidas de *Rocuronio* o *Cisatracurio*. Otros fármacos anestésicos halogenados, como Óxido nitroso, Opioides o Propofol, que se emplean para el mantenimiento de la anestesia no debe interferir con la monitorización. (87)

Debe tenerse en cuenta la observación de la relajación pues de lo contrario se podría reducir la amplitud de la onda de electromiografía (EMG) y la sensibilidad del dispositivo para evitar la lesión nerviosa.

La profundidad media del tubo, en la comisura de la boca es de $20,6 \pm 0,97$ cm en hombres y de $19,6 \pm 1$ cm en mujeres, y su colocación correcta para electromiografía debe comprobarse antes y después de preparar al paciente para la intervención, mediante laringoscopia directa, con video-laringoscopia o con el empleo de fibro-broncoscopio. Lo importante es ajustar cada técnica anestésica en cada caso para no interferir con las respuestas electromiográficas durante la monitorización y asegurar que la colocación de los electrodos es la adecuada entre las cuerdas vocales.

La anestesia general con intubación traqueal es la técnica más utilizada para la cirugía tiroidea. Las técnicas loco-regionales, como el bloqueo del plexo cervical profundo o la anestesia epidural cervical, pueden ser un recurso ante pacientes con una situación clínica comprometida, sobre todo a nivel respiratorio, aunque pueden ocasionar complicaciones importantes. También se considera que la anestesia total intravenosa es más ventajosa que el uso de anestésicos volátiles, pues presenta menos incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios y tiene una respuesta muy predecible a las variaciones de dosis .

6.2.2.-NEUROMONITORIZACIÓN

Durante la intervención quirúrgica el protocolo de neuromonitorización se ha realizado practicando la estimulación en las siguientes localizaciones, con la secuencia de:

V1 Estimulación vagal inicial

R1 Estimulación del NLR inicial

S1 Estimulación de la RENLS inicial

S2 Estimulación de la RENLS tras la disección del polo superior

R2 Estimulación NLR tras la extirpación

V2 Estimulación vagal al final de la intervención.

V1 y V2 son estimulaciones al principio y al final de la intervención del nervio Vago a través de una ventana abierta entre la arteria carótida y vena yugular interna, a la altura de la arteria tiroidea inferior. **R1** indica el punto de estimulación del NLR en el cruce con la arteria tiroidea inferior y puede variar si el nervio no es recurrente y **R2**, el NLR a la entrada en la laringe. La identificación y estimulación inicial de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS) se refiere como **S1** y al final de la disección como **S2**.

Las estimulaciones puede se necesario repetirlas de modo intermitente durante el desarrollo de la intervención.

En nuestro estudio han sido recogidos los siguientes parámetros de neuromonitorización como variables:

- **V1D** (latencia y amplitud).
- **R1D** (latencia y amplitud).
- **S1D** (latencia y amplitud).
 - Amplitud > 50.
 - Amplitud < 50 y/sin contracción del músculo cricotiroides (“twitch”)
- **S2D** (latencia y amplitud).

- Amplitud > 50.
- Amplitud < 50 sin contracción del músculo cricotiroides. (*"twitch"*)
- **R2D** (latencia y amplitud).
- **V2D** (latencia y amplitud).
- **V1I** (latencia y amplitud).
- **R1I** (latencia y amplitud).
- **S1I** (latencia y amplitud).
 - Amplitud > 50.
 - Amplitud < 50 y/sin contracción del músculo cricotiroides. (*"twitch"*)
- **S2I** (latencia y amplitud).
 - Amplitud > 50.
 - Amplitud < 50 y/sin contracción del músculo cricotiroides. (*"twitch"*)
- **R2I** (latencia y amplitud).
- **V2I** (latencia y amplitud).
-

6.2.2.1.- Interpretación de la señal

La obtención de la señal electromiográfica se manifiesta con el registro de potencial en forma de onda bifásica o trifásica y con el sonido de aparato (tono grave). La ausencia de señal electromiográfica se comprueba al faltar el registro en pantalla y el aviso auditivo de tono agudo.

Se interpreta como verdadero positivo en aquellos pacientes en los que hubo ausencia de señal (no se obtuvo señal o se perdió) y en la laringoscopia postoperatoria se confirma ausencia de motilidad cordal. Será verdadero o negativo si hubo obtención de señal electromiográfica y la motilidad laríngea es normal.

Falso positivo, si no hay señal pero la motilidad laríngea es normal.

Falso negativo, si el registro EMG es normal pero se confirma que existe parálisis de cuerdas vocales.

	(EMG) Señal presente	(EMG) Señal ausente
(Laringoscopia Pos-Qx) Motilidad	Verdadero negativo	Falso positivo

Normal		
(Laringoscopia Pos-Qx) Parálisis laríngea	Falso negativo	Verdadero positivo
Teóricamente correcta función de NLR		Teóricamente lesión de NLR (=caso positivo=)
El test V2 puede descartar falsos negativos		(=caso patológico=)

Los falsos positivos se producen generalmente por problemas técnicos (electrodo mal colocado, avería en el sistema). La mayor tasa de falsos positivos se suele dar al inicio de la experiencia ya que la neuromonitorización precisa aprendizaje en la interpretación de las señales.

Los falsos negativos pueden ser debidos a que el estímulo se haya realizado en lugar incorrecto (en caso de un nervio lesionado o seccionado al hacer el estímulo muy próximo a la laringe –distal—puede obtenerse registro habiendo una lesión más próxima y no haber hecho comprobaciones proximales en el tronco vagal V2).

Las pérdidas de señal pueden deberse a múltiples factores:

- Problemas con los electrodos.
- Avería en la caja de conexión.
- Errores en la programación de los parámetros.
- Farmacológica
- Lesión NLR

Es muy importante evitar los falsos negativos, ya que se enmascara una lesión que puede dar problemas en el postoperatorio, sobre todo si ya había parálisis contralateral o ésta pasó desapercibida. Por ello hay que hacer sistemáticamente el test vagal V2, porque ayuda a interpretar los falsos negativos (al hacer estímulo del NLR muy distal con una lesión proximal).

Siempre debe registrarse el vago al inicio y al final, ya que su resultado es tan válido como el estímulo directo como en el NLR.

6.2.2.2.-Manejo en caso de pérdida de señal

Si no se obtiene señal o si hubo pérdida de la misma, debe descartarse mala colocación o desinserción de los electrodos y avería en el aparato. Si persiste, se sube el estímulo progresivamente hasta 2mA sobre el NLR y sobre el NV. Si no se obtiene señal, debe verificarse la presencia de contracción laríngea ("twitch") mediante estimulación del nervio vago del mismo lado. Si presenta contracción, la función del nervio está preservada y el problema radica en el registro de los potenciales por parte del equipo e neuromonitorización, lo que se debe generalmente a un cambio en la posición del tubo endotraqueal; se deben realizar las conexiones y eliminar el exceso de saliva que puede producir interferencias.

Si no se produce contracción laríngea con la estimulación y todos los factores antes mencionados son revisados adecuadamente y la estimulación es positiva, muy probablemente, se trata de una lesión del nervio laríngeo recurrente.

Cuando se ha confirmado la ausencia o pérdida o ausencia de señal (caso positivo), pueden darse las siguientes situaciones:

- Si estaba programada tiroidectomía total, hay quien propone posponer la lobectomía contralateral hasta confirmar la función laríngea.
- Si en el postoperatorio se comprueba una motilidad normal, puede programarse la totalización.
- Si en el postoperatorio se comprueba una parálisis laríngea, debe mantenerse control periódico para observar la evolución y valorar si hay recuperación incluso por encima de los seis meses y si es necesario, tratamiento quirúrgico de la parálisis.

- Si no hay recuperación de la motilidad cordal debe valorarse de forma individual si debe realizarse la lobectomía contralateral o si existen tratamientos alternativos.

A todos los pacientes se les debe practicar una laringoscopia en el postoperatorio inmediato para confirmar y dar validez a los datos obtenidos durante la neuromonitorización.

La relación de los datos de la neuromonitorización y la evaluación temprana de la movilidad de las cuerdas vocales, son muy útiles para obtener datos de falsos positivos y falsos negativos.

Interpretación de la señal

No hay señal al comienzo	<ul style="list-style-type: none"> • Electrodo mal usado • TET de tamaño inadecuado • Electrodo mal insertado <ul style="list-style-type: none"> ▪ TET mal colocado ▪ Interferencias ▪ Farmacología • Lesión NLR inadvertida <ul style="list-style-type: none"> ▪ Avería del sistema ▪ Interferencias
Durante la cirugía (pérdida de señal)	<ul style="list-style-type: none"> • Movilización de electrodos/TET • Aumento de la impedancia <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mal uso del equipo ▪ Avería del equipo ▪ Interferencias ▪ Lesión del NLR • Bloqueo neuromuscular • Eliminación pronta respuesta debido a estimulación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inexplicable • Desinserción del tubo <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sangre • Artefactos tomados por la supresión del segmento • Neuroapraxia que se recupera antes de finalizar la intervención

	LARINGOSCOPIA: MOTILIDAD NORMAL
SEÑAL PRESENTE Verdadero negativo	<ul style="list-style-type: none"> • Motilidad laríngea normal • Funcionamiento normal del equipo
SEÑAL AUSENTE Falso positivo (FP) Motilidad laríngea normal. No hay visualización o localización del NLR	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de NLR • Ramificaciones extralaríngeas • Fibrosis • Invasión por tumor • Exceso de tejido perineural • Fallo en el funcionamiento del equipo (pérdida de señal) • Fallo en el sistema (electrodos, caja de conexión, error en la programación del monitor) • Avería del equipo • Mal uso del equipo • Estímulo incorrecto (umbral del evento muy alto o estímulo muy bajo) • Intensidad excesiva o interferencias electromagnéticas o artefactos • Causa farmacológica (relajante) • Fatiga muscular • Parálisis transitoria por exceso de tracción manipulación
	LARINGOSCOPIA: PARÁLISIS LARÍNGEA
SEÑAL PRESENTE Falso negativo (FN)	<ul style="list-style-type: none"> • Lesión provocada tras hacer el último test R2 • Técnica incorrecta: hay lesión proximal en NLR, se hizo estímulo distal respecto al punto de lesión con obtención de señal y no se hizo V2 • Lesión del NLR provocada por un edema progresivo (neuroapraxia progresiva) • Luxación aritenoides, edema aritenoides • Edema laríngeo
SEÑAL AUSENTE Verdadero positivo (VP)	<ul style="list-style-type: none"> • Parálisis previa no detectada • Daño durante la intervención (tracción, térmico, sección)

Señal presente	Ausencia de señal
Hacer estímulo V2 para reducir posibilidad de falso negativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar posible fallo en equipo 2. Comprobar estímulo 3. Si no hay señal V2: hacer twitch 4. Si falla la señal V2 ha de: <ul style="list-style-type: none"> • Posponer lobectomía contralateral (*) • Si había parálisis previa contralateral: precauciones en la extubación

Otras variables recogidas en el presente estudio:

- Edad.
- Sexo.
- Función tiroidea.
- Estudio de Anatomía patológica.
- L1. Laringoscopia preoperatoria.
- L2. Laringoscopia postoperatoria.

6.2.3.-TÉCNICA QUIRÚRGICA

La metodología de la técnica utilizada está basada en los puntos estandarizados y publicados por nuestra Unidad a través de la Sección Española de Cirugía Endocrina en “*Técnica quirúrgica de la tiroidectomía y de los vaciamientos ganglionares central y latero cervical*”, (84) que básicamente consiste en los principios siguientes:

1. Buena exposición de la glándula (no es necesaria gran incisión).
2. No realizar ningún gesto técnico sobre el tiroides hasta identificar correctamente las estructuras anatómicas con las que se relaciona.
3. Reducir la hemorragia al mínimo, para tener en todo momento buena visualización del campo quirúrgico.

La incisión cutánea (incisión de Kocher en forma de arco siguiendo las líneas de Langer, en paralelo con un pliegue cutáneo), tiene grandes implicaciones cosméticas por la posición, forma y simetría, pues las muy cefálicas son visibles con la ropa habitual y las muy caudales tienen gran riesgo de desarrollar una cicatriz queloidea. Debe realizarse a dos traveses de dedo por encima de la clavícula (aproximadamente a 1 cm del cartílago cricoides) estando comprendida entre los bordes internos de los músculos esternocleidomastoideos, habitualmente con una extensión de 6 cm, aunque se pueden realizar incisiones más pequeñas 4-5 cm según las dimensiones del tiroides

6.2.3.1 Técnicas de abordaje

El abordaje de la glándula ha de proporcionar buena exposición del parénquima y el control de las estructuras nerviosas y glándulas paratiroides, y precisa la apertura del espacio entre el tiroides y la vaina carotídea hasta la fascia pre vertebral eliminando la fibrosis peri capsular.

*Al comienzo de la intervención realizamos la estimulación del nervio Vago (**V1**), para comprobar el equipamiento técnico y la metabolización del relajante muscular.*

El nervio Vago se localiza visualmente abriendo el espacio entre la arteria carótida y la vena yugular interna a la altura de la arteria tiroidea inferior, en el cruce con el nervio recurrente.

Si al estimular el nervio Vago, no se obtiene señal hay que comprobar el equipo, dosis, tipo y tiempo desde la administración del relajante, y si todo es correcto, podemos encontrarnos ante un nervio laríngeo no recurrente, que es detectado al realizar las estimulaciones en dirección cefálica hasta obtener un potencial de acción en el punto de salida del nervio Recurrente del nervio Vago.

El abordaje glandular puede hacerse optativo entre tres variantes: lateral (el más frecuente), inferior o superior; cada uno con ventajas e inconvenientes y con puntos

peligrosos en la disección relacionados con la identificación y conservación de las estructuras nerviosas.

6.2.3.2.-Puntos peligrosos de la disección

Los más destacados son:

- *NLR intracapsular o adherido a la capsula.*
- *Cruce del NLR y la arteria tiroidea inferior.*
- *División del NLR en dos o más ramas.*
- *Disección en el área del ligamento de Berry.*
- *Rama de la arteria tiroidea inferior retro-recurrential.*
- *Entrada del NLR.*
- *Nervio laríngeo inferior derecho no recurrente.*
- *Área cricotiroidea y rama externa del nervio laríngeo superior.*

*El **abordaje lateral** habitualmente es el más rutinario. Ayuda a preservar la vascularización de las paratiroides inferiores y limita el segmento de disección del nervio pudiendo utilizar varios puntos de referencia como el cuerno inferior del cartílago tiroideos y el cruce del nervio con la arteria tiroidea inferior.*

Por ello identificamos el nervio laríngeo inferior antes del cruce con la arteria tiroidea inferior (estimulación en R1).

Durante la resección, la estimulación del nervio se emplea para identificar las variantes del nervio laríngeo recurrente (ramas extralaríngeas y curso no recurrente) y la función del nervio a nivel de la estimulación, distinguiéndolo de otras estructuras anatómicas con las que puede confundirse morfológicamente (vasos sanguíneos).

Si el nervio se encuentra bifurcado, seguimos el curso de las ramas nerviosas y comprobamos con la neuromonitorización que la rama anterior es la motora.

En caso de que el nervio laríngeo inferior sea no recurrente hay que identificar y exponer el curso del nervio vago hasta visualizar la salida del nervio laríngeo inferior en dirección hacia la membrana cricotiroides y la laringe (como también puede establecerse por neuromonitorización) estimulando el nervio vago por encima de la salida del nervio laríngeo inferior.

*El **abordaje inferior** está indicado en las reintervenciones porque la disección se realiza en un lecho laxo y fuera del tejido cicatricial existente de la intervención anterior. También en los grandes bocios cervicales en los que su volumen dificulta o no hace posible el abordaje lateral.*

Las desventajas que hay que tener presentes en este acceso son:

- 1. Mayor disección del NLR*
- 2. Posible riesgo de originar devascularización de la paratiroides inferior.*
- 3. Existencia de un nervio laríngeo no recurrente (solo en el lado derecho).*

*El **abordaje superior** implica la disección y retracción del polo superior para facilitar el acceso a la entrada en la laringe de la localización más constante del nervio.*

Está indicado:

- 1. Grandes bocios subesternales.*
- 2. Nervio laríngeo no recurrente.*
- 3. Fracaso de otra vía de acceso.*

Los inconvenientes vienen por:

- 1. Disección difícil en el área del ligamento de Berry (sobre todo si se encuentra fibroso y fácilmente sangrable).*
- 2. Situación baja de la rama externa del nervio laríngeo superior.*
- 3. Devascularización de la paratiroides superior.*
- 4. Desafío técnico cuando existen grandes polos superiores*

6.2.3.3.-Técnica de disección de la RENLS

Es muy importante que la técnica sea meticulosa para preservar tanto la RENLS como el músculo cricotiroideo. Hay que asegurarse que la RENLS no se lesione en el momento de dividir el tejido en el polo superior, mediante visualización directa y esqueletización de los vasos y por neuromonitorización, para esto hay que conocer las variantes de la localización de la RENLS en la proximidad del polo superior del tiroides.

La disección inicial del lóbulo tiroideo debe comenzar en el espacio avascular (espacio de Joll) situado ente la cara medial del polo superior y el músculo cricotiroideo para obtener una buena exposición del triángulo esternotiroideo-laríngeo que alberga la RENLS.

Se puede realizar alguna pequeña variante dependiendo del tamaño de la glándula, y cuando el tiroides es de tamaño normal o está ligeramente aumentado no es necesario seccionar transversalmente los músculos pretiroideos. Sin embargo en los bocios con prolongaciones superiores o en pacientes con cuello muy corto, la sección parcial del músculo esternotiroideo puede mejorar el acceso al polo superior de la glándula

En caso de identificación visual de la RENLS, la neuromonitorización, si se aplica la sonda de estimulación directamente sobre el nervio, puede confirmar su funcionalidad.

La tracción del polo superior del tiroides en dirección caudal y lateral, seguida de la disección roma dentro del plano avascular del triángulo esternotiroideo-laríngeo, permite mejorar la exposición de la RENLS. Por lo general desciende paralelamente sobre el músculo constrictor inferior antes de su terminación dentro del músculo cricotiroideo.

Aproximadamente en el 20% de los casos, la RENLS no puede ser identificada debido a su curso subfacial/intramuscular y debe tenerse precaución con las fibras tendinosas de la musculatura regional que pueden ser confundidas con la RENLS. No se debe intentar localizar el nervio dentro del músculo cricotiroideo en ningún caso.

El INMSG recomienda que en todos los pacientes se hagan intentos de identificar visualmente la RENLS, pero que además se confirme con la neuromonitorización la estimulación neuronal.

También es importante considera el calor generado por su energía, en los actuales dispositivos selladores de vasos que pueden originar un riesgo colateral, por lo que se recomienda antes de su uso la identificación visual o el mapeo nervioso por la posible lesión del calor. La hemostasia mediante ligaduras manualmente puede ser una alternativa a los dispositivos de energía.

La conservación funcional del nervio puede ser documentada con el registro de señal, después de la ligadura de los vasos del polo superior, o bien con la contracción del músculo cricotiroides ("twitch")

La corriente de estimulación está establecida en 1 mA., y en los casos en que la RENLS no sea identificada de forma visual, debido a su curso profundo en el constrictor inferior de la faringe, puede aumentarse de 1mA a 2mA., y su aplicación, a nivel próximo a la inserción laríngea del músculo esternotiroides. En algunos casos se puede acompañar por la audición de señal auditiva y contracción del músculo cricotiroides (CTM "twitch") con un registro EMG, que confirma la funcionalidad del nervio. Para descartar la estimulación no neural, se baja la intensidad de la corriente a un nivel donde los falsos positivos son silenciados (normalmente entre 0,8- 1 mA).

6.2.4.-LARINGOSCOPIA

Durante el preoperatorio, es una exploración obligada y fundamental para realizar la evaluación diagnóstica previa de la laringe así como de la posible patología portadora en las cuerdas, que pueda no haber sido valorada anteriormente y aunque no origine alteración de la voz. Permite planificar en ocasiones una cirugía simultánea en el mismo acto quirúrgico.

Los resultados obtenidos durante la neuromonitorización intraoperatoria pueden de este modo ser contrastados con el balance previo del funcionamiento de las cuerdas, detectándose en ocasiones parálisis ocasionadas en intervenciones previas o de modo iatrogénico.

La laringoscopia postoperatoria, permite diagnosticar la alteración funcional de la cuerda/s, por causa quirúrgica o traumatismo anestésico durante la intubación, sirviendo igualmente para controlar y justificar la recuperación de la voz, tras un tiempo más o menos largo (meses), ya sea porque se ha recuperado la neuroapraxia originada por desmielinización segmentaria o porque se ha ocasionado una lesión más importante (axonotmesis o neurotmesis) que ha sido compensada por la cuerda contralateral, siendo en ocasiones diagnosticada en principio de forma errónea como parálisis temporal, lo que realmente correspondería con una parálisis definitiva irrecuperable.

6.2.5.-MÉTODO ESTADÍSTICO

Los datos fueron cargados en el programa estadístico SPSS, versión 24 (SPSS, Chicago, IL). Los resultados fueron expresados como promedio \pm desviación estándar y las variables cualitativas mediante su análisis de frecuencias.

La relación entre las variables se realizó con la prueba de Correlación de Pearson. Para el análisis estadístico fue considerado como índice de confianza el 95% y el criterio para la significancia estadística fue $p < 0,05$.

Para ver si los datos seguían la distribución normal se realizó una prueba de Kolgomorov Smirnov debido a que la muestra es grande.

En la comparación del nervio laríngeo superior con el peso se utiliza la prueba No paramétrica U de Mann Whitney. En cambio cuando se pretende comparar el lado derecho con el izquierdo de los nervios o bien, si hay diferencia entre la pre-resección y la pos- resección se utiliza una prueba No paramétrica de Wilcoxon.

Para comprobar la relación entre la amplitud del nervio laríngeo superior dicotomizada, la función tiroidea, el análisis patológico y el peso de la pieza dicotomizada se realizaron tablas de contingencia y se aplicó la prueba Chi cuadrado.

Por último se realizó un M ANOVA para ver si se producían diferencias estadísticamente significativas por la interacción entre la amplitud del nervio laríngeo superior pre y post-resección, el peso de la pieza y la función tiroidea.

Para calcular el tamaño de la muestra, se comprobó que la incidencia anual estimada en España de aparición de nódulos tiroideos es de 46.000 casos aproximadamente, de los cuales se operan 16.000. Teniendo en cuenta estos valores, el hecho de obtener una potencia lo más alta posible (0.95) y un error de Tipo I de 0.05 y utilizando el programa G-Power para su estimación, se obtiene que la muestra para que la población sea representativa tiene que rondar entre las 200 y las 250 personas según las comparaciones que se realicen. Esta muestra es suficiente para las comparaciones simples, en cambio para el ANOVA, serían necesarias una muestra de 400 personas aproximadamente. De todas formas teniendo la dificultad de encontrar muestra que cumpla las características del estudio. Creemos que con un total de 200 personas las diferencias si se produjesen, serían significativas.

RESULTADOS

7.-RESULTADOS

Datos clínicos

Se estudiaron 201 casos, de los cuales en el género, un 15,9% eran varones y un 84,1 mujeres, es decir que la distribución de la muestra es heterogénea.

Su función tiroidea era normal en el 72,1 % de los casos y aumentada en el 27,4%, aunque se perdió uno de los casos, quedando la muestra en 200 personas.

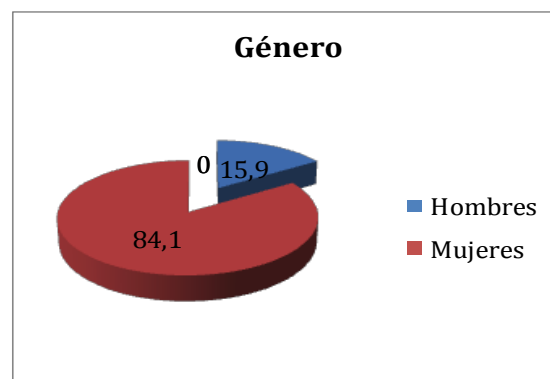


Fig 71, a. Gráfico de sectores del género

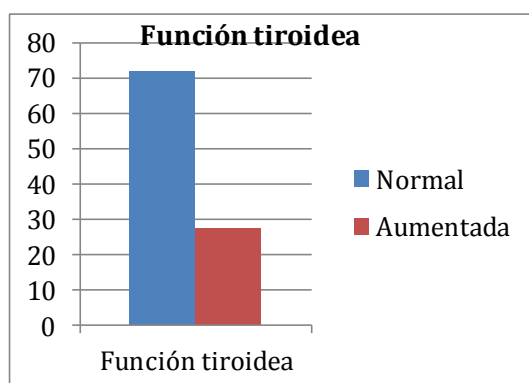


Fig 71, b. Diagrama de barras de la función tiroidea

El peso de la pieza extirpada fue menor de 45 g en el 62,7% de los casos y mayor de 45 g en el 37,3 %.

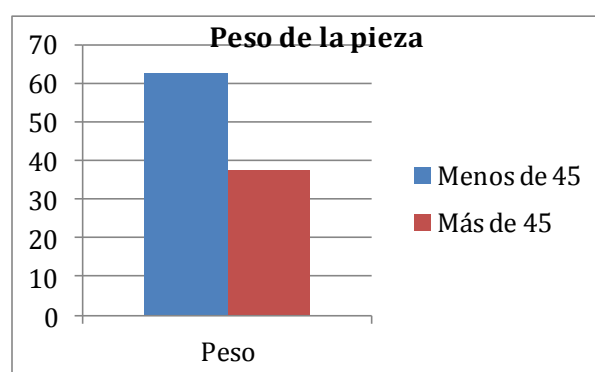


Fig 71, c. Diagrama de barras del peso de la pieza

La media de edad es del 52,37 con una desviación típica de 13,007. El mínimo de edad es 20 años y el máximo 82 años. Aunque el 50% de los casos se sitúan entre los 43 y los 62 años.

Tabla 1. Análisis descriptivo de la variable EDAD

Variable	Media	DT	MIN	MAX	PC25	PC50	PC75
Edad	52.37	13.007	20	82	43	53	62

Medias de todos los parámetros

Tabla 2. Medias y DT en la latencia e los diferentes nervios antes y después de la resección

Variables	Media	DT	MIN	MAX
V1DL	3.83	0.52	2.50	5.20
V2DL	3.84	0.56	2.00	5.10
R1DL	2.00	0.46	1.00	3.70
R2DL	1.95	0.43	0.90	3.50
S1DL	1.35	0.30	0.90	2.10
S2DL	1.43	0.49	0.90	6.70
V1IL	6.16	0.89	4.00	9.50
V2IL	6.23	0.86	3.60	8.60
R1IL	2.03	0.39	1.30	3.80
R2IL	2.04	0.46	1.10	3.80
S1IL	1.43	0.33	0.09	2.30
S2IL	1.44	0.30	0.90	2.50

Las medias en la latencia del nervio vago derecho e izquierdo son muy parecidas antes y después de la resección (3.83 y 3.84 en el derecho, y 6.16 y 6.23 en el izquierdo) ello quiere decir, que no se producen diferencias. Lo mismo ocurre con el nervio recurrente con valores de 2.00 y 1.95 en el lado derecho antes y después de la resección; y 2,03 y 2,04 en el lado izquierdo; y con el nervio laríngeo superior con medias en el lado derecho de 1.35 y 1.43 ms. (pre y post resección) y de 1.43, 1.44 ms. en el lado izquierdo.

Ello nos va a indicar que a primera vista, no se producen diferencias entre el pre y post resección. Lo que sí es destacable es la diferencia en las latencias en el nervio vago entre el lado derecho e izquierdo.

Tabla 3. Medias y DT en la amplitud de los diferentes nervios antes y después de la resección

Variables	Media	DT	MIN	MAX
V1D	382.11	280.13	80	1870
V2D	363.82	272.40	50	1890
R1D	614.82	425.02	30	2520
R2D	662.92	440.70	100	2130
S1D	146.30	163.07	30	2000
S2D	141.35	76.30	40	600
V1I	401.40	253.62	40	1320
V2I	368.02	237.62	100	1340
R1I	774.38	768.12	100	9530
R2I	770.45	785.67	100	9900
S1I	169.21	157.09	40	1300
S2I	157.69	103.31	10	900

En la amplitud tampoco se observan grandes diferencias entre la media antes de la resección y posteriormente. En el nervio vago su amplitud en el lado derecho antes y después era de 382.11 y 363.82 μV respectivamente; y en el lado izquierdo de 401.40 y 368.02 μV . En el nervio recurrente se puede ver una diferencia mayor entre el pre y post resección con valores de 614.82 y 662.92 μV , pero en el izquierdo no hay diferencia (774.38 y 770.45 μV). Por último en el nervio laríngeo superior no hay diferencias con valores de la amplitud media en el lado derecho de 146.30 y 141.35 μV (pre y post) y en el lado izquierdo con valores de 169.21 y 157.69. μV

Casos que ha habido estimulación por encima de 50

Tabla 4. Frecuencias y Porcentajes de la variable S1 dicotomizada según su amplitud

μV	S1D		S2D		S1I		S2I	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
>50	198	98.5	200	99.5	200	99.5	200	99.5
<50	3	1.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5

Como se puede ver en la tabla hay muy pocos casos en los que la amplitud haya sido por debajo de 50, por lo que debido a la poca muestra en esos casos, no se mostraran diferencias estadísticamente significativas, si tomamos esa variable como independiente para comparar.

Relación entre el nervio vago con el nervio recurrente

Tabla 5. Correlaciones entre la latencia del nervio vago y el nervio recurrente

	V2D	R1D	R2D	V1I	V2I	R1I	R2I
V1D	.453	.296	.149	.252	.228	.189	.246
V2D		.275	.216	.210	.204	.128	.051
R1D			.516	-.054	-.005	.053	.138
R2D				-.065	.064	.009	.116
V1I					.593	.151	.291
V2I						.198	.357
R1I							.399

En nervio vago en la pre-resección se relaciona su latencia con el propio nervio vago derecho en la post-resección con una relación moderada y positiva ($R=.453$) y con el nervio vago izquierdo, pre y post ($R=.252$ y $.228$) y el recurrente tanto derecho como izquierdo pre y post resección con relación positiva y baja. ($R=.296$ y $.149$ en el derecho y $R=.189$ y $.246$ en el izquierdo).

Este nervio en la post- resección no tiene relación con el recurrente izquierdo, pero sí que tiene relación positiva y baja con el recurrente derecho (R=.216 y .210) y el vago izquierdo (R=.210 y .204). El nervio recurrente derecho en la pre- resección sólo se relaciona su latencia de forma positiva y moderada con el propio nervio derecho en el post-resección (R=.516). El vago izquierdo se relaciona en la pre- resección con el propio nervio en el post con una relación moderada y positiva (R=.593) y con el recurrente izquierdo tanto pre como post resección con una relación baja y positiva (R=.198 y .357). Por último, hay relación entre el pre y post de la latencia en el nervio recurrente con un valor bajo-moderado y positivo (R=.399).

Tabla 6. Correlaciones entre la amplitud del nervio vago y el nervio recurrente

	V2D	R1D	R2D	V1I	V2I	R1I	R2I
V1D	..595	.472	.461	.260	.120	.193	.086
V2D		.525	.536	.223	.181	.150	.120
R1D			.727	.076	.022	.155	.045
R2D				.107	.049	.156	.094
V1I					.576	.298	.198
V2I						.309	.362
R1I							.259

En nervio vago en la pre- resección se relaciona su amplitud con el propio nervio vago derecho en la post-resección con una relación moderada y positiva (R=.595) y con el nervio vago izquierdo, pre (R=.260) y el recurrente derecho tanto pre como post resección con relación positiva y moderada. (R= .472 y .461). Este nervio en la post-resección tiene relación con el recurrente derecho de forma positiva y moderada (R=.525 y .536) y el vago izquierdo en el pre- resección de forma positiva y baja (R=.223). El recurrente derecho pre solo se relaciona pero de forma positiva y alta con el mismo nervio en su post-resección (R=.727). El nervio vago izquierdo pre se relaciona de forma positiva y moderada con el post (R=.576) y de forma baja con el recurrente pre izquierdo (R=.298). El nervio vago izquierdo en el post resección tiene una relación positiva y moderada baja con el recurrente izquierdo pre y post (R=.309 y .362). Y por

último la amplitud del recurrente izquierdo pre se relaciona con el post de forma positiva y baja ($R=.259$).

Relación entre el nervio vago con el nervio laríngeo superior

Tabla 7. Correlaciones entre la latencia del nervio vago y el nervio laríngeo superior

	V2D	S1D	S2D	V1I	V2I	S1I	S2I
V1D	.453	-.023	.071	.252	.228	.129	.072
V2D		-0.01	.022	.210	.204	.105	.206
S1D			.265	-.011	-.009	.041	.006
S2D				.022	.156	-.008	-.033
V1I					.593	.088	-.011
V2I						.140	.067
S1I							.323

En nervio vago en el pre-resección se relaciona su latencia con el propio nervio vago derecho en la post-resección con una relación moderada y positiva ($R=.453$) y con el nervio vago izquierdo, pre y post ($R=.252$ y $.228$). Este nervio en el post- resección tiene relación positiva y baja con el vago izquierdo ($R=.210$ y $.204$) y el laríngeo superior izquierdo en la post- resección ($R=.206$). El nervio laríngeo superior derecho en la pre-resección sólo se relaciona su latencia de forma positiva y baja con el propio nervio derecho en el post- resección ($R=.265$). El vago izquierdo se relaciona en el pre-resección con el propio nervio en el post con una relación moderada y positiva ($R=.593$). Por último, hay relación entre el pre y post de la latencia en el nervio laríngeo superior izquierdo con un valor bajo-moderado y positivo ($R=.323$).

Tabla 8. Correlaciones entre la amplitud del nervio vago y el nervio laríngeo superior

	V2D	S1D	S2D	V1I	V2I	S1I	S2I
V1D	.595	.038	.062	.260	.120	-.026	.059
V2D		.100	.062	.223	.181	-.018	-.004
S1D			.180	.210	.112	-.012	.045
S2D				.129	.139	.075	.346
V1I					.576	.018	.100
V2I						-.013	.033
S1I							.162

En nervio vago en la pre-resección se relaciona su amplitud con el propio nervio vago derecho en la post-resección con una relación moderada y positiva ($R=.595$) y con el nervio vago izquierdo, pre ($R=.260$). Este nervio en el post- resección tiene relación con el vago izquierdo en la pre-resección de forma positiva y baja ($R=.223$). El laríngeo superior derecho pre resección solo se relaciona pero de forma positiva y baja con el vago izquierdo pre- resección ($R=.210$) y en la post resección, el laríngeo superior derecho sólo se relaciona de manera positiva y moderada con el laríngeo superior izquierdo post resección ($R=.346$). Por último, el nervio vago izquierdo pre resección se relaciona de forma positiva y moderada con el post resección ($R=.576$).

Pruebas No Paramétricas para muestras independientes

Debido a que los datos no siguen una distribución normal se usan pruebas no paramétricas, empleando la U de Mann Whitney para comparar el peso como variable dependiente de la amplitud del nervio laríngeo superior dicotomizada.

Tabla 9 y 10. Prueba no paramétrica que relaciona el nervio laríngeo superior derecho pre-resección con el peso.

S1DC		Rangos	
		N	Suma de rangos
PESO	<50	3	55,83
	>50	198	101,68
	Total	201	

Estadísticos de prueba

PESO	
U de Mann-Whitney	161,500
Sig. asintótica (bilateral)	,175

Como se ve el valor de la U es 161.5 por lo que no se produce relación estadísticamente significativa.

Tabla 11 y 12. Prueba no paramétrica que relaciona el nervio laríngeo superior derecho post-resección con el peso.

S2DC		Rangos	
		N	Suma de rangos
PESO	<50	1	80,50
	>50	200	101,10
	Total	201	

Estadísticos de prueba

PESO	
U de Mann-Whitney	79,500
Sig. asintótica (bilateral)	,724

En la post resección el valor de la U es menor 79.5 por lo que tampoco produce relación estadísticamente significativa.

Tabla 13 y 14. Prueba no paramétrica que relaciona el nervio laríngeo superior izquierdo pre-resección con el peso.

S1IC		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
PESO	<50	1	58,50	58,50
	>50	200	101,21	20242,50
	Total	201		

Estadísticos de prueba

PESO	
U de Mann-Whitney	57,500
Sig. asintótica (bilateral)	,464

En el caso del lado izquierdo tampoco se producen relaciones estadísticamente significativas, ni en el pre ni la post resección tal y como vemos en las tablas 14 y 16.

Tabla 15 y 16. Prueba no paramétrica que relaciona el nervio laríngeo superior izquierdo post-resección con el peso.

S2IC		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
PESO	<50	1	66,50	66,50
	>50	200	101,17	20234,50
	Total	201		

Estadísticos de prueba

PESO	
U de Mann-Whitney	65,500
Sig. asintótica (bilateral)	,552

Como se puede ver no existe relación estadísticamente significativa entre el peso y la amplitud dicotomizada del nervio laríngeo superior.

Prueba No Paramétricas para muestras relacionadas

En el caso de la latencia, las diferencias se producen entre el derecho y el izquierdo en el caso del nervio vago tanto en el pre-resección ($Z=-12.292$, $\text{Sig}<0.01$) y en la post-resección ($Z=-12.210$, $\text{Sig}<0.01$). El nervio recurrente en la post-resección tiene diferencias ($Z= -2.413$, $\text{Sig}<0.05$). El nervio laríngeo superior en el pre-resección también tiene diferencias estadísticamente significativas ($Z=-2.601$, $\text{Sig}<0,01$).

En la amplitud sólo se producen diferencias en el nervios recurrente en la pre-resección ($Z=-3.229$, $\text{Sig}<0,01$) y en el nervio laríngeo superior en la post-resección ($T=-2.205$, $\text{Sig}<0,05$) entre el izquierdo y el derecho.

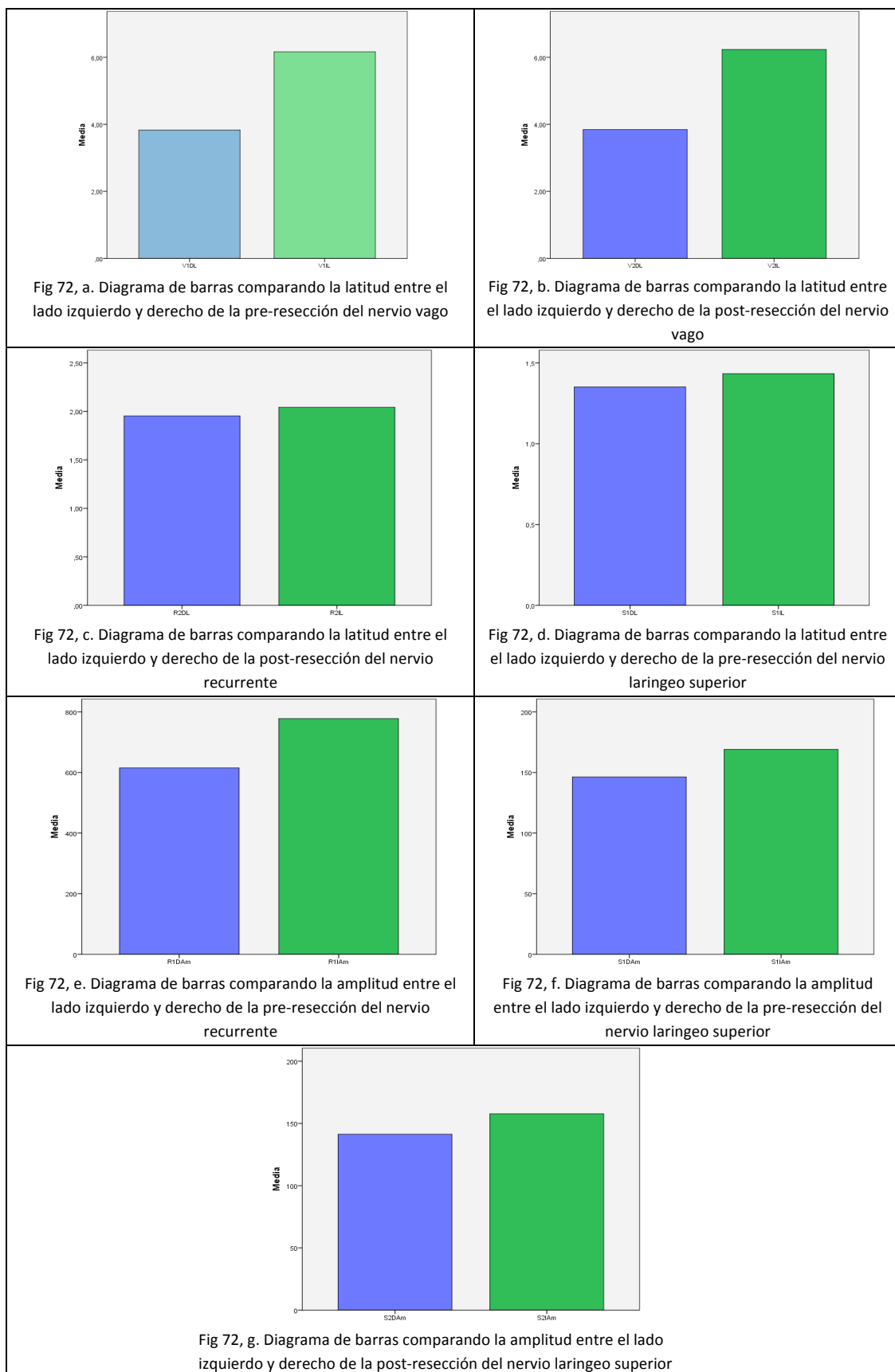
Tabla 17. Prueba no paramétrica que relaciona el lado izquierdo y derecho de los nervios

Estadísticos de prueba

	V1IL - V1DL	V2IL - V2DL	R1DL - R1IL	R2IL - R2DL	S1IL - S1DL	S2IL - S2DL	V1IAm - V1DAm	V2IAm - V2DAm	R1IAm - R1DAm	R2IAm - R2DAm	S1IAm - S1DIAm	S2IAm - S2DAm
Z	- 12,292 ^b	- 12,210 ^b	-1,134 ^b	-2,413 ^b	-2,601 ^b	-1,425 ^b	-1,160 ^b	-,351 ^b	-3,229 ^b	-1,939 ^b	-2,844 ^b	-2,237 ^b
Sig. (bilateral)	,000	,000	,257	,016	,009	,154	,246	,725	,001	,053	,004	,025

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.



Entre la pre y post resección se producen diferencias entre la latencia del nervio recurrente derecho ($Z = -2.206$, $\text{Sig} < 0.05$), en el laríngeo derecho superior ($Z = -2.198$, $\text{Sig} < 0.05$), en el vago izquierdo ($Z = -2.563$, $\text{Sig} < 0.01$) y entre el nervio vago izquierdo y el recurrente derecho en la amplitud ($Z = -1.988$ y $Z = -2.220$ respectivamente y $\text{Sig} < 0.05$).

Tabla 18. Prueba no paramétrica que relaciona el lado izquierdo y derecho de los nervios

Estadísticos de prueba

	V2DL - V1DL	R2DL - R1DL	S2DL - S1DL	V2IL - V1IL	R2IL - R1IL	S2IL - S1IL	V2DAm - V1DAm	R2DAm - R1DAm	S2DAm - S1DAm	S2IAm - S1IAm	V2IAm - V1IAm	R2IAm - R1IAm
Z	-,657 ^b	-2,206 ^c	-2,198 ^b	-2,563 ^b	-,586 ^c	-,492 ^b	-1,254 ^c	-2,220 ^b	-1,911 ^b	-,416 ^b	-1,988 ^c	-,616 ^c
Sig. (bilateral)	,511	,027	,028	,010	,558	,623	,210	,026	,056	,678	,047	,538

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

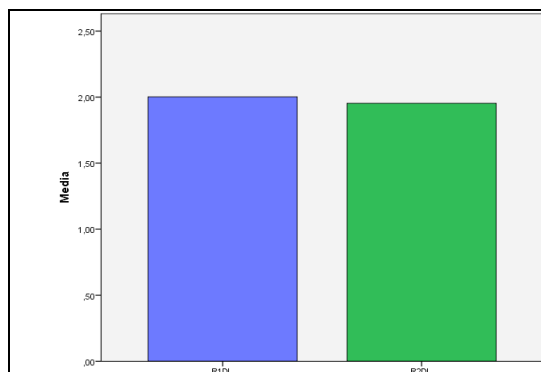


Fig 73, a. Diagrama de barras comparando la latitud entre la pre y la post-resección derecho del nervio recurrente

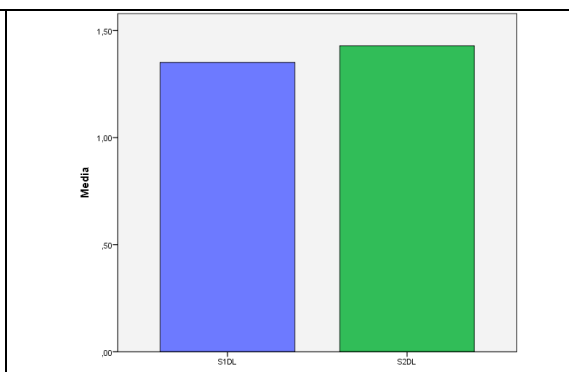


Fig 73, b. Diagrama de barras comparando la latitud entre la pre y la post-resección derecho del nervio laríngeo superior

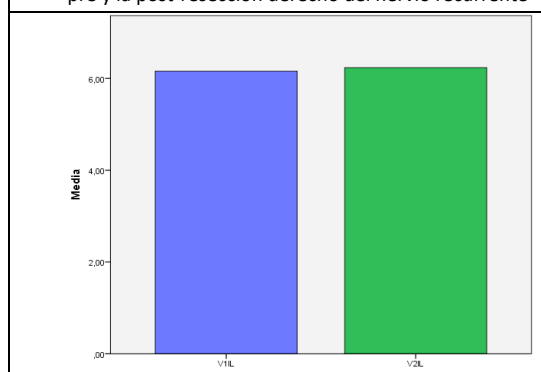


Fig 73, d. Diagrama de barras comparando la latitud entre la pre y la post-resección izquierdo del nervio vago

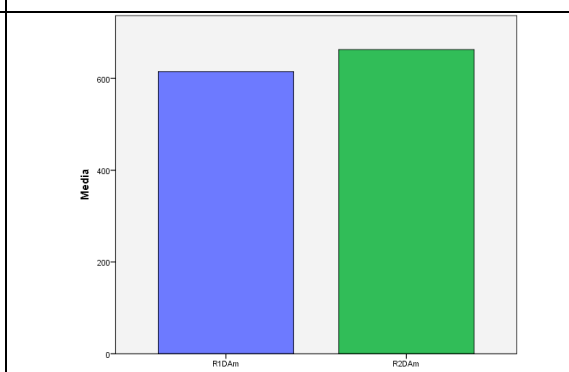
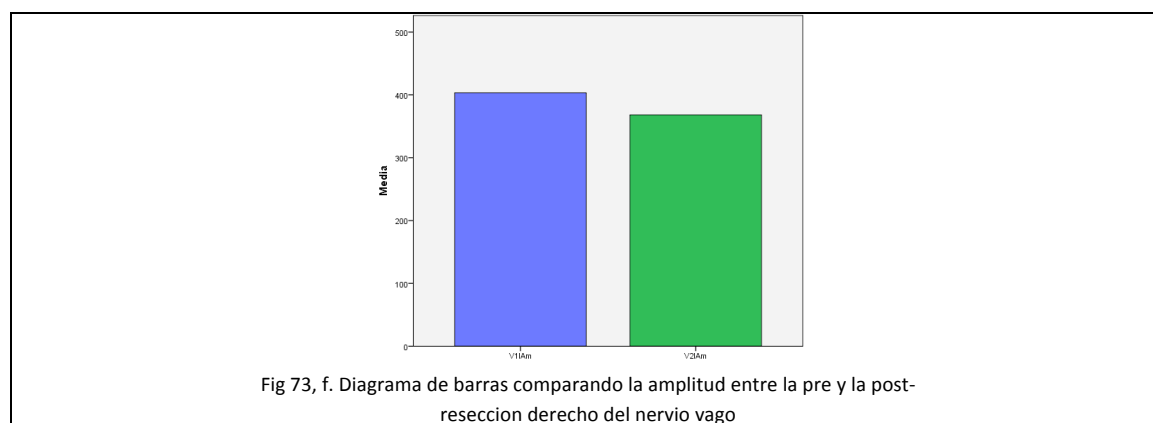


Fig 73, e. Diagrama de barras comparando la amplitud entre la pre y la post-resección derecho del nervio recurrente



Tablas de contingencia

En ninguna de las tablas posteriores se produce relación entre la amplitud dicotomizada del nervio laríngeo superior y la función tiroidea, ya que todas las significaciones son superiores a 0,05.

Tabla 19. Tabla de contingencia relación entre el nervio laríngeo superior derecho pre-resección y la función tiroidea

Tabla cruzada S1DC*F. T.

Recuento

		F. T.		
		NORMAL	AUMENTADA	Total
S1DC	<50	3	0	3
	>50	142	55	197
Total		145	55	200

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,155 ^a	1	,282

Tabla 20. Tabla de contingencia relación entre el nervio laríngeo superior derecho post-resección y la función tiroidea

Tabla cruzada S2DC*F. T.

Recuento

		F. T.		Total
		NORMAL	AUMENTADA	
S2DC	<50	1	0	1
	>50	144	55	199
Total		145	55	200

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,381 ^a	1	,537

Tabla 21. Tabla de contingencia relación entre el nervio laríngeo superior izquierdo pre-resección y la función tiroidea

Tabla cruzada S1IC*F. T.

Recuento

		F. T.		Total
		NORMAL	AUMENTADA	
S1IC	<50	1	0	1
	>50	144	55	199
Total		145	55	200

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,381 ^a	1	,537

Tabla 22. Tabla de contingencia relación entre el nervio laríngeo superior izquierdo post-resección y la función tiroidea

Tabla cruzada S2IC*F. T.

Recuento

		F. T.		Total
		NORMAL	AUMENTADA	
S2IC	<50	1	0	1
	>50	144	55	199
Total		145	55	200

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,381 ^a	1	,537

En cambio si comparamos la función tiroidea y el peso dicotomizado sí que se produce relación con un valor Chi de 5.820 y su significación que es menor de 0,05. Teniendo en cuenta que el tamaño de la pieza no afecta en la función tiroidea aumentada en cambio es menor la pieza en más personas con función tiroidea normal.

Tabla 23. Tabla de contingencia relación entre el peso de la pieza y la función tiroidea

Tabla cruzada PESODIC*F. T.

Recuento

		F. T.		Total
		NORMAL	AUMENTADA	
PESODIC	<45	98	27	125
	>45	47	28	75
Total		145	55	200

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,820 ^a	1	,016

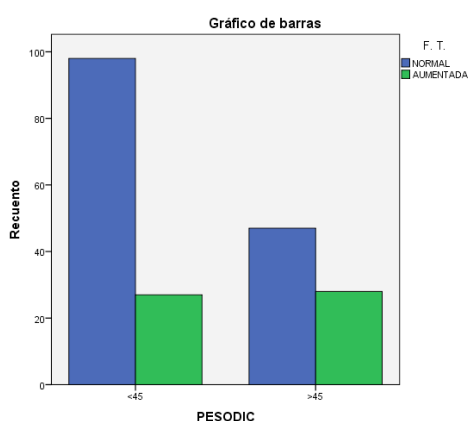


Fig 74. Diagrama de barras comparando la función tiroidea y el peso de la pieza.

También se produce relación entre la función tiroidea y el estudio histológico, con un valor chi de 6.921 que es muy significativo. Teniendo en cuenta que hay más personas con estudio histológico benigno cuya función tiroidea es normal que con análisis maligno.

Tabla 24. Tabla de contingencia relación entre el estudio histológico y la función tiroidea

Tabla cruzada A.P.*F. T.

Recuento

		F. T.		
		NORMAL	AUMENTADA	Total
A.P.	Benigno	107	50	157
	Maligno	38	5	43
Total		145	55	200
		Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson		6,921	1	,009

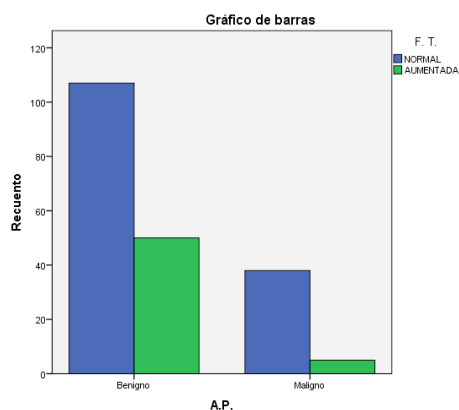


Fig 75. Diagrama de barras comparando la función tiroidea y el análisis patológico

Por último, también se produce relación estadísticamente significativa entre el estudio histológico y el peso de la pieza con un valor chi de 8.186 y la sig menor de 0,05.

Tabla 25. Tabla de contingencia relación entre el estudio histológico y peso de la pieza

Tabla cruzada A.P. *PESODIC

Recuento

		PESODIC		
		<45	>45	Total
A.P.	Benigno	91	67	158
	Maligno	35	8	43
Total		126	75	201

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,186 ^a	1	,004

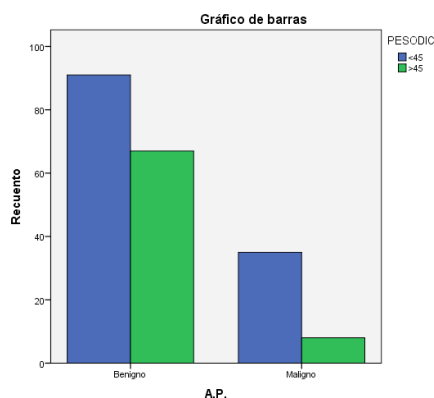


Fig 76. Diagrama de barras comparando el análisis patológico y el peso de la pieza.

Comparar si hay diferencias entre la pre y post resección teniendo en cuenta la función tiroidea y el peso

Tabla 26. ANOVA Multivariante comparando la latencia del nervio laríngeo superior derecho

Efecto	F	Sig	Tamaño del efecto	Potencia
S1-S2	3.25	0.073	0.016	0.434
S1-S2*FT	0.152	0.697	0.001	0.067
S1-S2*PESO	1.621	0.205	0.008	0.245
S1-S2*PESO*FT	6.659	0.011	0.033	0.728

En la latencia hay una diferencia con un tamaño del efecto pequeño y una potencia pequeña entre el pre y el post resección del nervio laríngeo superior con una valor de $F=3.25$ y una $Sig<0.1$ La diferencia se acrecienta cuando introducimos la variable peso y función tiroidea pasando a ser más estadísticamente significativa la diferencia con una potencia cercana a alta (Potencia=0.728, $F=6.659$ y $Sig<0.05$). Esta interacción que se produce se muestra en las gráficas donde se ve que en la pre resección va aumentando el valor de la latencia en los que tienen bajo peso si es con una función tiroidea aumentada, y ocurre lo inverso cuando el peso es más de 45 gramos.

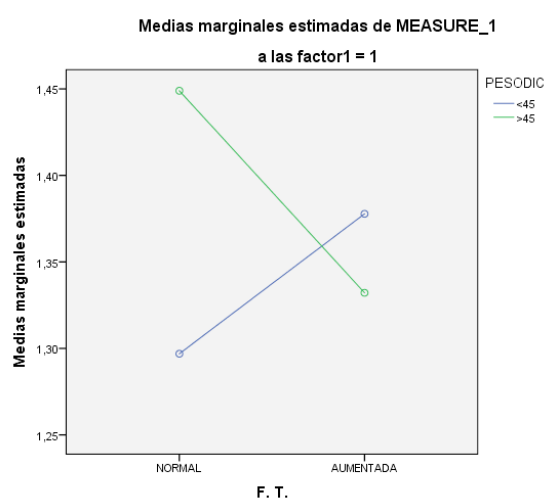


Fig 77. Gráfico de líneas comparando la función tiroidea y el peso de la pieza según la latencia del nervio laríngeo superior en la pre-resección.

En cambio, ocurre lo contrario en la post resección, ya que si es aumentada y el peso es pequeño el valor de la latencia es inferior que si es normal.

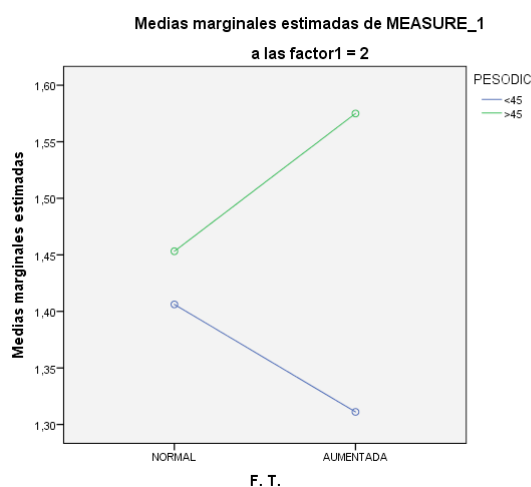


Fig 78. Gráfico de líneas comparando la función tiroidea y el peso de la pieza según la latencia del nervio laríngeo superior en la post-resección.

Tabla 27. ANOVA Multivariante comparando la latencia del nervio laríngeo superior izquierdo

Efecto	F	Sig	Tamaño del efecto	Potencia
S1-S2	0.67	0.414	0.003	0.129
S1-S2*FT	1.116	0.292	0.006	0.183
S1-S2*PESO	0.053	0.818	0.000	0.056
S1-S2*PESO*FT	0.603	0.439	0.003	0.121

En cambio en el nervio laríngeo superior izquierdo no se observan tales diferencias, ni entre el pre y post operatorio ni debido al peso o la función tiroidea.

Tabla 28. ANOVA Multivariante comparando la amplitud del nervio laríngeo superior derecho

Efecto	F	Sig	Tamaño del efecto	Potencia
S1-S2	0.01	0.979	0.000	0.050
S1-S2*FT	0.012	0.912	0.000	0.051
S1-S2*PESO	2.123	0.147	0.011	0.305
S1-S2*PESO*FT	0.044	0.834	0.000	0.055

En la amplitud del nervio laríngeo superior tampoco se observan tales diferencias, ni producidas entre el pre y post resección, ni en ninguna de sus interacciones.

Tabla 29. ANOVA Multivariante comparando la amplitud del nervio laríngeo izquierdo

Efecto	F	Sig	Tamaño del efecto	Potencia
S1-S2	0.653	0.420	0.003	0.127
S1-S2*FT	0.267	0.606	0.001	0.081
S1-S2*PESO	0.885	0.348	0.004	0.155
S1-S2*PESO*FT	0.004	0.953	0.000	0.050

En definitiva, en la amplitud tampoco se encuentran diferencias entre el nervio laríngeo derecho e izquierdo en la pre- post resección ni por el efecto del peso o de la función tiroidea.

ANÁLISIS DE CASOS

La función tiroidea 7 personas de las 10 la tienen normal y 3 aumentada. Los mismos valores se repiten en su análisis patológico, al tener 7 Benignos y 3 Malignos. Por otra parte el peso de la pieza es de menos de 45 gramos en 8 personas y más de 45 en 2 personas

Tabla 30. Tabla de frecuencias de la función tiroidea

F. T.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NORMAL	7	70,0	70,0	70,0
	AUMENTADA	3	30,0	30,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Tabla 31. Tablas de frecuencias del análisis patológico y del peso de la pieza

A.P.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Benigno	7	70,0	70,0	70,0
	Maligno	3	30,0	30,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

PESODIC					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	<45	8	80,0	80,0	80,0
	>45	2	20,0	20,0	100,0
	Total	10	100,0	100,0	

Si hacemos una comparativa con la tabla 2, comprobamos que las medias de todos los valores de la latencia son un poco superiores a la media general de todos los casos. Esas diferencias no se pueden considerar significativas porque son de décimas.

Tabla 32. Tabla de medias y desviaciones típicas de la latitud de los nervios vago, recurrente y el laríngeo superior

Variables	Media	DT	MIN	MAX
V1DL	4.08	0.39	3.50	4.80
V2DL	4.04	0.56	3.30	4.80
R1DL	2.38	0.46	1.50	3.10
R2DL	2.26	0.43	1.40	3.20
S1DL	1.35	0.30	0.90	1.80
S2DL	1.46	0.49	0.90	2.30
V1IL	6.26	0.89	5.00	9.50
V2IL	6.41	0.86	5.40	8.30
R1IL	2.02	0.39	1.40	2.80
R2IL	2.10	0.46	1.50	2.90
S1IL	1.46	0.33	0.90	1.80
S2IL	1.51	0.29	1.00	2.00

Por otra parte, en la amplitud se ve que en todos los valores son mayores, destacando en el nervio laríngeo superior que se producen diferencias entre 10 a 30 μV . En el recurrente izquierdo por otra parte, se produce una gran diferencia de 200 μV .

Tabla 33. Tabla de medias y desviaciones típicas de la amplitud de los nervios vago, recurrente y el laríngeo superior

Variables	Media	DT	MIN	MAX
1V1D	471.3	280.29	190	1030
V2D	376.0	413.80	100	1510
R1D	630.0	398.02	280	1390
R2D	700.8	516.98	120	1500
S1D	150.0	99.92	370	1550
S2D	158.0	94.26	380	1580
V1I	476.0	348.43	110	1110
V2I	488.0	290.89	100	1340
R1I	571.0	418.08	210	1110
R2I	493.0	254.65	270	1720
S1I	272.0	238.04	90	2720
S2I	194.0	87.20	380	1940

DISCUSIÓN

8.-DISCUSIÓN

La Neuromonitorización de la rama externa del nervio laríngeo superior (RENLS), considerado el “nervio olvidado” de la cirugía tiroidea, es actualmente factible y segura, pues hace posible su identificación a través de la contracción del músculo cricotiroides en el 100% de los casos, la cual es superior a la alcanzada por la visualización sola en el campo quirúrgico, teniendo en cuenta que el nervio discurre en el interior de la fascia del músculo constrictor inferior, en un 20 % y no puede ser visualizado. **(108)**

El músculo cricotiroides innervado por la rama externa motora del laríngeo superior aumenta el tamaño y la tensión de las cuerdas vocales al modificar la distancia entre el cricoides y el cartílago tiroideos, inclinando el cartílago tiroideos hacia delante en relación con el cricoides.

La lesión de la rama motora (RENLS) origina parálisis del músculo cricotiroides descendiendo fundamentalmente la frecuencia y la producción de los sonidos de tono alto, lo cual tiene gran significación sobre todo en los cantantes; lo que no excluye que sea frecuentemente infravalorado porque las alteraciones clínicas de disfunción en el resto de los pacientes, pueden ser leves y los hallazgos laringoscópicos puedan resultar sutiles y variados: rotación laríngea con la glotis posterior girada hacia el lado afectado y desplazamiento de la cuerda vocal hacia el mismo con hipomotilidad de la cuerda; y la forma de la onda mucosa asimétrica con fase asimétrica. El test más válido de confirmación para el diagnóstico de disfunción, sigue siendo el estudio electromiográfico del músculo cricotiroides. (EMG).

En nuestra experiencia quirúrgica coincidimos en que el punto de referencia más importante para la localización anatómica de la rama externa del laríngeo superior (RENLS) está situado debajo de la inserción del músculo esternotiroides siguiendo una línea a lo largo del constrictor inferior, donde puede ser positivamente estimulado si se emplea neuromonitorización en el 100 % de los casos. **(85) (108).**

Desde el punto de vista quirúrgico es necesario el buen conocimiento anatómico de estas estructuras para exponer bien el pedículo vascular tras la apertura del triángulo de Joll medialmente, disecando hacia arriba el músculo esternotiroideo y lateralmente separando el pedículo vascular del polo superior del tiroides, en lo que influye notablemente el tamaño y la forma del vértice del lóbulo tiroideo, además de las características histológicas de la pieza y constitución física del paciente. **(52)**

La lesión iatrogénica del nervio sucede sobre todo durante la disección y ligadura de estos vasos, existiendo opciones diferentes en su estrategia para tratar de evitarla.

Estas tácticas han ido variando. En este sentido con frecuencia se ha venido realizando inicialmente la esqueletización cuidadosa de los vasos del polo superior con especial atención al nervio, teniendo en cuenta la realización de las ligaduras de las ramas de la arteria tiroidea superior distalmente, debajo del plano del borde del vértice superior del tiroides, aunque esto supone un 20% de riesgo de lesión. **(74), (75)**

Anteriormente con una estrategia muy agresiva, y hoy día no bien considerada, se persistía durante el desarrollo de la técnica, en la búsqueda de la rama nerviosa hasta llegar incluso a la disección intramuscular dentro del constrictor inferior de la faringe o del propio músculo cricotiroideo, lo que acarreaba en la mayoría de las ocasiones una incidencia alta de consecuencias fatales. **(73)**

La Neuromonitorización intraoperatoria como una herramienta adicional para evitar la lesión de la rama externa del laríngeo superior ha sido utilizada habitualmente, con dos posibles propósitos, uno para visualizar el nervio en cada caso intervenido y tener mejores resultados clínicos; y otro, solo para excluir la presencia del nervio en cada punto de ligadura y sección de los vasos del polo superior con lo que se incrementa el costo y el tiempo operatorio.

La estimulación empleada suele ser suficiente normalmente con 1 mA, pero si no se produce una onda de respuesta que lo identifique debido a su curso en profundidad dentro del músculo, puede incrementarse la estimulación hasta 2 mA.

Nuestro trabajo se ha diseñado para la identificación positiva del nervio con la aplicación de neuromonitorización habiendo obtenido su confirmación a través de la observación de la contracción muscular del cricotiroideo (“twitch”), habitualmente acompañada por una señal bien audible y una respuesta electromiográfica en el monitor. **(108)**

Puede considerarse una limitación del estudio, el que se haya prescindido de la valoración objetiva visual del nervio, que tiene un margen muy amplio de no visualización, que oscila entre un 33-93% en estudio randomizados,. **(29)**

Nuestro propósito esencial por este motivo ha consistido sobre todo en evaluar en cirugía tiroidea, la imperiosa necesidad de utilizar la neuromonitorización como una herramienta fundamental y poderosa para evitar la subjetividad visual y los posibles errores de interpretación que puedan suscitarse ante estructuras fibrosas o musculares que lleven a la confusión, e identificar con absoluta propiedad esta rama nerviosa motora, considerada tan importante para la voz en general, y de forma destacada de los profesionales que la necesitan.

Por ello hemos pretendido centrarnos más en el problema intrínseco de las características funcionales del nervio y su relación con las otras estructuras íntimamente relacionadas en la cirugía cervical, de tanta importancia quirúrgica.

En este sentido, hemos de tener en cuenta, que es difícil el manejo del vértice del lóbulo tiroideo dada la variable relación que mantiene con la rama externa del nervio laríngeo superior.

Por ello, si durante la disección se neuromonitoriza y existe positividad de estimulación **(Figuras 58, 59)** debajo de la cabeza del esternotiroideo, como ocurre en el 100% de los casos, y al mismo tiempo se observa estimulación negativa en el pedículo del polo superior antes de realizar cualquier división vascular, puede decirse que se ha conseguido de este modo una mayor seguridad en la técnica quirúrgica, pues gracias a la neuromonitorización se obtiene un mecanismo adicional preciso por encima de la exclusiva visualización óptica. **(108)**

Nuestra investigación por lo tanto, ha sido centrada en el nervio laríngeo superior con los objetivos planteados, ante la relativa menor atención referida en la literatura, por comparación con el nervio laríngeo recurrente; justificando nuestro interés, la pretensión de ampliar su conocimiento gracias a la neuromonitorización analizando los parámetros recogidos en el protocolo, en relación con las demás estructuras anatómicas y situación clínica de los pacientes, y de este modo poder apreciar las diferencias, dónde se originan las relaciones y porque suceden estas.

En **primer lugar**, el análisis de **nuestros valores proporcionan resultados diferentes** con la mayoría de las investigaciones realizadas por los grupos más destacados, debido a que todos sitúan los parámetros de **amplitud** aproximadamente entre **249.5 - 269.9 μ V**, y **nuestros valores son inferiores**, rondando entre **155 y 272 μ V** de media.

Es coincidente sin embargo, que como se recoge en la Guía Clínica del Grupo de Investigación Internacional, del que formamos parte, **(85)** estos valores se encuentran por debajo de la amplitud que alcanza el nervio laríngeo recurrente que se sitúa en parámetros más altos.

Una explicación posible sería la utilización de **tecnología diferente**, más que por la propia técnica de investigación, pues nosotros empleamos material de fabricación alemana (Avalancha XT con software SI VNS Thyroid ® Dr. Langer Medical GnbH (Waldkirch, Alemania) y en cambio en los demás estudios se utiliza con mayor frecuencia tecnología americana (Sistema NIM, Medtronic-Xomed, Jacksonville, FL, USA)

Otra razón podría relacionarse con el **valor de la estimulación realizada**, pues si bien en nuestro protocolo se estimula el nervio laríngeo superior siempre con **1 mA**, y comparativamente en otros grupos llegan a estimular hasta con **2 mA** inicialmente en el mapeo de localización, se sabe que esto no es influyente. **(85)**

Por lo tanto, esa diferencia no tiene que ser la que haga que en nuestro estudio se obtengan resultados distintos ya que según el estudio realizado en Taiwán por **WU CW**, y **FENG-JU CHIAN (95)** neuromonitorizando para el nervio recurrente, el incremento de la intensidad realizada a partir de 0,7 mA no produce diferencias en la señal por la estimulación recibida en el nervio, manteniéndose el valor constante.

En segundo lugar, han resultado muy pocos casos de pacientes con una amplitud < 50µV. Sobre esto, **POTENZA y RANDOLPH(108)** lo achacan a la producción de un cambio en el posicionamiento del tubo endotraqueal durante la intervención; lo que resulta extraño, pues en el material utilizado en su equipo, el sensor utilizado se encuentra integrado en el mismo tubo endotraqueal.

Sin descartarlo, nosotros consideramos más bien, que podría ser explicado por un curso anatómico atípico de la rama externa del nervio laríngeo superior, como por ejemplo el encontrarse incluido mas profundamente en la masa muscular del cricotiroides o estar localizada la rama nerviosa en una posición mucho más alta, en la que podrían influir determinadas características anatómicas no bien estudiadas, constituyendo una limitación susceptible de ser considerada en posteriores estudios.

Lo más frecuente es que la mayoría de los casos tengan valores de amplitud **por encima de 50 µV**, y aunque estamos de acuerdo con otros estudios sobre los resultados de la contracción (“twitch”), no coincidimos con los valores que en ellos se aportan.

En tercer lugar, el análisis de las relaciones que se producen entre las variables cuantitativas muestra que **no hay relación entre el nervio vago y el nervio laríngeo superior.**

Este hecho nos permite justificar de forma muy banal el hecho de que los dos casos que tuvieron parálisis unilateral de la cuerda vocal no sufrieran diferencias en la amplitud ni en la latencia de la señal en el nervio laríngeo superior, comprobando además que en estos casos, el seguimiento posterior puso de manifiesto una recuperación muy temprana de la parálisis.

Son limitaciones que se podrían incluir en estudios posteriores, aunque teniendo presente que debido a que se trata solo de dos casos no se puede justificar y generalizar debidamente, lo que confiere poca o ninguna validez externa.

No existe relación entre el **peso del tiroides extirpado y la amplitud**, lo cual resulta totalmente lógico debido a la poca muestra que se sitúa en el grupo por debajo de 50 μ V.

Ninguna diferencia encontrada puede considerarse significativa al tener el grupo por encima de 50 μ V una muestra de entre 198 μ V a 200 μ V y el otro grupo encontrarse con una muestra entre 1 a 3 sujetos.

En **cuarto lugar**, se producen diferencias estadísticamente **significativas** entre la latencia del **nervio vago derecho con el izquierdo**, y puede decirse que en sí no hay justificación teórica que lo avale.

Teniendo en cuenta en cambio, que existe una **relación moderada con el nervio recurrente**, esto se podría justificar por el hecho de que el nervio recurrente tiene un **recorrido mayor en el lado izquierdo** que en el derecho, siendo esta la razón por la que la latencia este incrementada en éste y que dada su estrecha relación, pudiera ser la causa en el nervio vago, pero no puede ser actualmente asegurado.

En el **nervio laríngeo superior no existe hasta ahora una explicación** que nos sea útil para justificar la diferencia producida en la **latencia**, (mayor en el lado izquierdo) no habiendo sido descritas tampoco de tipo anatómico.

Por otro lado, la **amplitud** es más alta en el **nervio recurrente izquierdo** que en el derecho y esto es debido probablemente a que la técnica en el lado derecho, habitualmente suele tener mayor complejidad que en el lado izquierdo, debido a sus peculiaridades anatómicas.

En el lado derecho la dirección es más oblicua que en el izquierdo y además, puede existir una anomalía congénita de no recurrencia lo cual implicaría mayor disección y exposición al trauma quirúrgico. En cambio, en el lado izquierdo el curso del

nervio es más regular y obligadamente siempre recurrente (salvo si existe un “situs inversus”).

En el nervio laríngeo superior **tampoco se sabe** porque se producen diferencias ya que no hay descritas anomalías anatómicas conocidas pero la **amplitud post resección es mayor en el nervio laríngeo superior izquierdo** que en el derecho en nuestra serie, coincidiendo con otras, en las que también consideran desconocida su causa. **(85), (108).**

En **quinto lugar**, si comparamos la resección pre y post se producen diferencias entre el nervio recurrente derecho, el laríngeo superior y el vago izquierdo, pero a pesar de la significancia, no tiene gran importancia en nuestro estudio, porque esas **diferencias son muy leves.**

En **sexto y último lugar**, en las tablas de contingencia se ve relación entre el **peso y la función tiroidea**, entre el **estudio histopatológico y la función tiroidea** y entre el **peso y el análisis histológico** de la pieza, aunque para los objetivos de nuestro estudio actualmente carecen de interés.

CONCLUSIONES

9.-CONCLUSIONES

1.- Consideramos que en las publicaciones realizadas, la valoración de la rama externa del nervio laríngeo superior y su lesión en cirugía tiroidea ha sido subestimada al compararse con la del nervio laríngeo recurrente.

2.-Durante la intervención quirúrgica, el tipo de vascularización del vértice, el volumen del tiroides, características histológicas y físicas del paciente influyen desde el punto de vista técnico en la disección del vértice e identificación de la rama externa del nervio laríngeo superior.

3.-En la disección del polo superior del tiroides estimamos que se debe contemplar de forma obligada no realizar ninguna maniobra de hemostasia hasta identificar o descartar la situación de la rama externa del laríngeo superior, para lo que resulta esencial la neuromonitorización.

4.-La mejor identificación de la rama motora del laríngeo superior se realiza debajo de la inserción del músculo esternotiroideo, tras acceder al triángulo esternotiroideo-laríngeo rechazando lateralmente todo el pedículo vascular superior, y en una línea virtual entre el constrictor inferior y el músculo cricotiroideo muy en paralelo con el curso de la arteria tiroidea superior.

5.-La cuantificación de la onda de registro $>50 \mu\text{V}$ de amplitud ha resultado posible entre el 98.5 y el 99.5% de la serie y la estimulación nerviosa con contracción del músculo cricotiroideo ("twitch") en el 100% de los casos.

6.-Los valores de latencia del laríngeo superior antes y después de la resección, tienen valores medios similares estando comprendidos entre 1.35-1.43 ms en el nervio derecho y 1.43-1.44 ms en el nervio izquierdo.

7.-Los valores de amplitud obtenidos son más bajos que los de las series principales publicadas, (249.5-269.9 μV) y están comprendidos entre 146.3-141.30 μV en el lado derecho y 169.2-157.69 μV en el lado izquierdo antes y después de la resección en nuestra serie.

8.-Comparativamente la amplitud de los potenciales evocados en los nervios laríngeos superiores están en un rango la cuarta parte por debajo de los valores obtenidos tras estimulación de los nervios recurrentes que presentan entre 614.82-662.92 μV en el lado derecho, y 774.38-770.45 μV en el izquierdo.

9.-La latencia y amplitud del nervio laríngeo superior presenta valores superiores en el lado izquierdo tras la resección del lóbulo, sin que pueda establecerse ninguna relación que lo explique, desconociéndose hasta el momento la causa.

10.-No existe relación entre los potenciales evocados de la amplitud obtenidos a nivel de los nervios vagos y rama externa del laríngeo superior.

11.-El valor de la latencia del nervio laríngeo superior antes de la resección está aumentada en los que tienen bajo peso y función tiroidea aumentada, y sucede a la inversa si este es mayor de 45 g.

12.- La amplitud del nervio laríngeo superior tanto en el lado derecho como en el izquierdo pre y post resección no tiene diferencias por efecto del peso y la función tiroidea.

13.-El género no establece diferencias en los valores obtenidos pre y post resección ni en la latencia ni en la amplitud.

14.-Consideramos que la neuromonitorización intraoperatoria debe ser aplicada para mapear, identificar y establecer la funcionalidad de la rama externa del nervio laríngeo superior durante las tiroidectomías, aunque consideremos como limitación a nuestro estudio, a pesar de su identificación en el 100 % de los casos el valor pronóstico de los valores de latencia y amplitud estudiados.

10.-BIBLIOGRAFÍA

1. Kocher ET. Indikationen und Resultate bei Kropfoperation. In: Kocher ET, editor. Chirurgische operationslehre. 5th ed. Jena: Gustav Fisher 1907
2. Halsted WS., Evans RM. The parathyroid glandules. Their blood supply and their preservation in operation upon the thyroid Gland. Ann Surg. 1907; XLVI(4):489-506.
3. Welbourne, R.B.: The thyroid. In The History of Endocrine Surgery, Welbourn, R.B., editor, New York, Praeger. 1990. p. 19.
4. Lahey FH, Hoover WB. Injuries to the recurrent laryngeal nerve in thyroid operations: their management and avoidance. Ann. Surg. 1938;108:545-562.
5. Lahey RF. Routine dissection and demonstration of the recurrent laryngeal nerve in subtotal thyroidectomy. Surg Gynecol Obstet 1958; 66: 775-7.
6. Riddell V. Thyroidectomy: prevention of bilateral recurrent nerve palsy. Results of identification of the nerve over 23 consecutive years (1946-69) with a description of an additional safety measure. Br J Surg 1970; 57:1-11
7. Mountain JC, Stewart GR, Colcock BP. The recurrent laryngeal nerve in thyroid operations. Surg. Gynecol Obstet 1971; 133:978-980.
8. Dralle H, Sekulla C, Haerting J, et al. Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. Surgery 2004; 136:1310-22.
9. The British Association of endocrine and thyroid Surgeons Second National audit report. Dendrite Clinical Systems. Oxford. 2007.
10. Randolph GW, Healy GB. Otolaryngology and the American Association of Endocrine Surgery: time for a change Surgery 2008; 143:153-4.
11. Crookes Peter F, Recabaren James A. Injury to the superior laryngeal branch of the vagus during thyroidectomy: lesson or myth? Ann Surg 2001; 233: 588-593.

12. Lennquist S. Thyroidectomy. En: Clark OH, Duh QY (eds) Textbook of Endocrine Surgery. Philadelphia: WB Saunders. 1997. p. 147–53.
13. Mygind H. Die paralyse des m. cricothyreoideus. Arch Laryngol 1906;18:403–418.
14. Abelson TI, Tucker HM. Laryngeal findings in superior laryngeal nerve paralysis: a controversy. Otolaryngol HeadNeck Surgery 1980;89:463–470.
15. Nelson Roy, PhD; Michael E. Barton, MA; Marshall E. Smith, MD; Christopher Dromey, PhD; Ray M. Merrill, PhD; Cara Sauder, MA. An in vivo model of external superior laryngeal nerve paralysis: Laryngoscopic findings. Laryngoscope 2009;119:1017-1032.
16. Roeder CA. Operations on the superior pole of the thyroid. Arch Surg 1931; 41: 448-59.
17. Coller, F.A., Boyden, A.M. The development of the technique of thyroidectomy: presentation of method used in University Hospital. Surg Gynecol Obstet 1937; 65:495.
18. Ward PH, Berci G, Calcaterra TC. Superior laryngeal nerve paralysis: an often overlooked entity. Trans Sect Otolaryngol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1977; 84-78-89.
19. Orestes MI, Chetri DK. Superior laryngeal nerve injury: effects, Clinical, findings, prognosis, and management options. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2014;22:439-443.
20. Mossman DA, Deweese SM. The external laryngeal nerve as related to thyroidectomy. Surg Gynecol Obstet 1968; 127:1011-16.
21. Hisham A, Bliss R, Reeve TS, Delbridge L. Recognition of the avascular space medial to the upper pole of the thyroid and its surgical implications. Asian J Surg 2000;23: 86–9
22. Aina EN, Hisham A. The external laryngeal nerve in thyroid surgery: Recognition and surgical implications. ANZ J Surg 2001; 71: 212–14.
23. Dionigi G, Barczynski M, Chiang FY, et al. Why monitor the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery?. J Endocrinol Invest 2010; 33: 819-22.

24. Dilworth TFM. The nerves of the human larynx. *J Anat* 1921;56:48-52
25. Exner. Die innervation des Kehlkopfes. *Sitzungsb. der Kais. Akad. der Wissensch.* Bd. LXXXIX, Abth. III, 1884. p.63.
26. Sañudo JR, Marañillo E, León X, Mirapeix M, Orús C, Quer M. An anatomical study of anastomosis between the laryngeal nerves. *Laryngoscope* 1999;109:983-987.
27. Marañillo E, León X, Quer M, Orús C, Sañudo JR. Is the external laryngeal nerve an exclusively motor nerve? The cricothyroid connection branch. *Laryngoscope* 2003;113:525-529.
28. Martín-Oviedo C, Marañillo E, Lowy-Benoliel A, Pascual-Font A, Martínez-Guirado T, Rodríguez-Niedenführ M, Sañudo J, Scola B, Vazquez T. Functional role of human laryngeal nerve connections. *Laryngoscope* 2011; 121:2338-2343.
29. Barczynski M. y cols. Randomized controlled trial of visualization versus neuromonitoring of the external branch of laryngeal nerve during Thyroidectomy. *World J Surg* 2012 36:1340-1347.
30. Braun EM, Windisch G, Wolf G, et al. The pyramidal lobe: clinical anatomy and its importance in thyroid surgery. *Surg Radiol Anat* 2007; 29:21-27.
31. Organ GM, Organ CH Jr. Thyroid gland and surgery of the thyroglossal duct: Exercise in applied embryology. *World J Surg* 2000;24:886-890.
32. Weider DJ, Parker W. Lingual thyroid: Review, case reports, and therapeutic guidelines. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1977; 86:841-848.
33. Williams JD, Sclafani AP, Slupchinskij O, Douge C. Evaluation and management of the lingual thyroid gland. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996; 105:312-316.
34. Oertli D., Udelsman R. (eds.). *Surgery of the Thyroid and Parathyroid Glands. Second Edition.* © Springer-Verlag, Berlin Heidelberg; 2012.

35. Hast M. The anatomy of the larynx: an aspect of renaissance anatomy by Julius Casserius. *Proc Inst Med Chic* 1970; 28:64.
36. Hoyes AD, Kershaw DR.. Anatomy and development of the thyroid gland *Ear Nose Throat J* 1985; 64:318–333.
37. DeGroot LJ, Larsen PR, Hennemann G. The thyroid and its diseases, 6th Ed. New York: Churchill Livingstone; 1996
38. Sasou S, Nakamura S, Kurihara H. Suspensory ligament of Berry: Its relationship to recurrent laryngeal nerve and anatomic examination of 24 autopsies. *Head Neck* 1998;20:695–698.
39. Mete O, Rotstein L, Asa SL. Controversies in thyroid pathology: thyroid capsule invasion and extrathyroidal extension. *Ann Surg Oncol* 2010; 17:386–391.
40. Sheahan P. and Murphy M.S. Thyroid Tubercle of Zuckerkandl: Importance in thyroid surgery. *Laryngoscope*, 2011;121:2335–2337.
41. Sturniolo G, Bonanno L, Gagliano E, Tonante A, Taranto F, Mamo M, De Salvo G, Sturnioloa G. The thyroid pyramidal lobe: Frequency, morphological features and related diseases. *Chir Ital* 2008; 60:41–46.
42. Marshall CF. Variations in the form of the thyroid gland in man. *J Anat Physiol* 1895;29:234–239.
43. Braun EM, Windisch G, Wolf G, Hausleitner L, Anderhuber F. The pyramidal lobe: Clinical anatomy and its importance in thyroid surgery. *Surg Radiol Anat* 2007; 29:21–27.
44. Welsh DA. Concerning the parathyroid glands: A critical, anatomical, and experimental study. *J Anat Physiol* 1898;32:292–307.
45. Halsted WS, Evans HM. The parathyroid glandules. I. Their blood supply and their preservation in operation upon the thyroid gland. *Ann Surg* 1907;46:489–506.

-
46. Proye C, Bizard JP, Carnaille B, Quievreux JL. Hyperparathyroidism and intrathyroid parathyroid gland. 43 cases. *Ann Chir* 1994; 48:501–506.
47. Wang C. The anatomic basis of parathyroid surgery. *Ann Surg* 1976; 183:271.
48. Akerstrom G, Malmaeus J, Bergstrom R. Surgical anatomy of human parathyroid glands. *Surgery* 1984; 95:14–21.
49. Alveryd A. Parathyroid glands in thyroid surgery. I. Anatomy of parathyroid glands. II. Postoperative hypoparathyroidism—Identification and autotransplantation of parathyroid glands. *Acta Chir Scand* 1968;389:1–120.
50. Fancy T, Gallagher D 3rd, Hornig JD. Surgical anatomy of the thyroid and parathyroid glands. *Otolaryngol Clin North Am* 2010; 43:221–227.
51. Arveschoug AK, Brøchner-Mortensen J, Bertelsen H, Vammen B. Supernumerary parathyroid glands in recurrent secondary hyperparathyroidism. *Clin Nucl Med* 2002; 27:599.
52. Mizrachi A, Swartzwelder CE, Shaha AR. HOW I DO IT. Proposal for anatomical classification of the superior pole in thyroid surgery. *Journal of Surgical Oncology* 2015; 112:15-17.
53. Dionigi G, Congiu T, Rovera F, Boni L. The middle thyroid vein: anatomical and surgical aspects. *World J Surg* 2010; 34:514–520.
54. Wafae N, Hirose K, Franco C, Wafae GC, Ruiz CR, Daher L, Person OC. The anatomy of the human thyroid veins and its Surgical application. *Folia Morphol (Warsz)* 2008; 67:221–225.
55. Rouvière H. Anatomie des lymphatiques de l'homme. Paris:Masson et Cie. 1932
56. Robbins KT, Shaha AR, Medina JE, Califano JA, Wolf GT, Ferlito A, Som PM, Day TA. Consensus statement on the classification and terminology of Neck dissection. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008; 134: 536–538.

-
57. Sterpetti A V, De Toma G, De Cesare A. Recurrent Laryngeal Nerve: Its History. *World J Surg* 2014; 38:3138–3141
58. Randolph G.. *Surgery of the thyroid and parathyroid glands*. Philadelphia, PA; Saunders 2.003.
59. Marcus B, Edwards B, Yoo S, Byrne A, Gupta A, Kandrevas J, BradfordC, Chepeha DB, Teknos TN. Recurrent laryngealnerve monitoring in thyroid and parathyroid surgery: The University of Michigan experience. *Laryngoscope* 2003; 113:356–361.
60. Simon MM.. Recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. Triangle for its recognition and protection. *Am J Surg* 1943; 60:9.
61. Steinberg JL, Khane GJ, Fernandes CM, Nel JP.. Anatomy of the recurrent laryngeal nerve: a redescription. *J Laryngol Otol* 1986; 100:919–927.
62. Reeve T, Thompson NW. Complications of thyroid surgery: How to avoid them, how to manage them, and observations on their possible effect on the whole patient. *World J Surg*. 2000;24:971–975.
63. Nemiroff PM, Katz AD. Extralaryngeal divisions of the recurrent laryngeal nerve. Surgical and clinical significance. *Am J Surg* 1982;144:466–469.
64. Henry BM,Vikse J, Graves MJ y col. Extralaryngeal branching of the recurrent laryngeal nerve: a meta-analysis of 28.387 nerves. *Langenbecks Arch Surg*. 2016;401:913-923.
65. Serpell JW, Yeung MJ, Grodski S. The motor fibers of the recurrent laryngeal nerve are located in the anterior extralaryngeal branch. *Ann Surg*. 2009; 249:648–652.
66. Shindo ML, Wu JC, Park EE. Surgical anatomy of the recurrent laryngeal nerve revisited. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005; 133:514–519.
67. Makay O, Icoz G, Yilmaz M, Akyildiz M, Yetkin E. The recurrent laryngeal nerve and the inferior thyroid artery-anatomical variations during surgery. *Langenbecks Arch Surg*. 2008; 393:681-685.

-
68. Bayford D. Account of singular case of obstructive deglutition. *Mem Med Soc Lond.* 1794; 2:271-82.
69. Toniato A, Mazzarotto R, Piotto A, Bernante P, Pagetta C, Pelizzo MR. Identification of the nonrecurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: 20 years experience. *World J Surg.* 2004;28: 659-61
70. Moosman DA, DeWeese MS. The external laryngeal nerve as related to thyroidectomy. *Surg Gynecol Obstetr* 1968;129:1011–1016.
71. Wu BL, Sanders I, Mu L, Biller HF. The human communicating nerve. An extension of the external superior laryngeal nerve that innervates the vocal cord. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;120:1321–1328.
72. Nasri S, Beizai P, Ye M, Sercarz JA, Kim YM, Berke GS. Cross-innervation of the thyroarytenoid muscle by a branch from the external division of the superior laryngeal nerve. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;106:594–598.
73. Lennquist S, Cahlin C, Smeds S. The superior laryngeal nerve in thyroid surgery. *Surgery* 1987;102:999–1008.
74. Cernea CR, Ferraz AR, Furlani J, et al. Identification of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy. *Am J Surg* 1992;164:634–9.
75. Cernea C, Ferraz AR, Nishio S, Dutra A Jr, Hojaij FC, dos Santos LR. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve. *Head Neck* 1992;14:380–383.
76. Cernea CR, Nishio S, Hojaij FC. Identification of the external branch of the superior laryngeal nerve (EBSLN) in large goiters. *Am J Otolaryngol* 1995;16:307–11.
77. Friedman M, Ibrahim H. Superior laryngeal nerve identification and preservation in thyroidectomy. *Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg* 2002;13:203–6.
78. Selvan B, Babu S, Paul MJ, Abraham D, Samuel P, Nair A. Mapping the compound muscle action potentials of cricothyroid muscle using electromyography in thyroid

operations: a novel method to clinically type the external branch of the superior laryngeal nerve. *Ann Surg* 2009;250: 293–300.

79. Tsai V, Celmer A, Berke G S, Chhetri DK. Videostroboscopic findings in unilateral superior laryngeal nerve paralysis and paresis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136:660–662.

80. Isshiki N. Vocal mechanics as the basis for phonosurgery. *Laryngoscope* 1998;108:1761-1766

81. El-Kashlan HK, Carroll WR, Hogikyan ND, Chepeha DB, Kileny PR, Esclamado RM. Selective cricothyroid muscle reinnervation by muscle-nerve-muscle neurotization. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;127:1211–1215.

82. Bellantone R, Boscherini M, Lombardi CP, et al. Is the identification of the external branch of the superior laryngeal nerve mandatory in thyroid operation? Results of a prospective randomized study. *Surgery* 2001;130:1055–1059.

83. Adour KK, Schneider GD, Hilsinger RL Jr. Acute superior laryngeal nerve palsy: analysis of 78 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1980;88:418–424.

84. Jiménez García A. Técnica Quirúrgica de la tiroidectomía y de los vaciamientos ganglionares central y láterocervical. En: *Guías Clínicas de la Asociación Española de Cirujanos. Cirugía Endocrina 2ª Ed.* Madrid, Arán Ediciones S.L. 2009. p.92-102.

85. Barczynski M, Randolph GW, Cernea R, et al. External branch of the superior laryngeal nerve Monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International neural Monitoring study group standards guideline statement. *Laryngoscope*, 2013;123:S1-S14.

86. Furlan JC, Cordeiro AC, Brandao LG. Study of some “intrinsic risk factors” that can enhance an iatrogenic injury of the external branch of the superior laryngeal nerve. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2003;128:396–400.

87. Randolph GW, Dralle H, Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, et al. and International Intraoperative Monitoring Study Group. Electrophysiologic recurrent

laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope* 2011; 121(suppl 1):S1-S16.

88. Sala F. Intraoperative neurophysiology is here to stay. *Childs Nerv Syst.* 2010;26:413-417 (Citado por DIONIGI G, Dralle H, LiDDY W et al. IONM of the Recurrent Laryngeal Nerve. *The Recurrent and Superior Laryngeal Nerves.* Springer International Publishing Switzerland 2016. p. 147-168)

89. Faaborg Andersen. Electromyographic investigation of intrinsic laryngeal muscles in humans. *Acta Physiol Scand.* 1957;41 (Suppl):140

90. Shedd DP, Durham C. Electrical identification of the recurrent laryngeal nerve.I. Response of the canine larynx to electrical stimulation of the recurrent laryngeal nerve. *Ann Surg.* 1966; 163:47-50.

91. Shedd DP, Burget GC, Haven N. Identification of the recurrent laryngeal nerve. *Arch Surg.* 1966;92:861-864

92. Flisberg K, Lindholm T. Electrical stimulation of the human recurrent laryngeal nerve during thyroid operation. *Acta Oto-laryngol.* 1969;263 (Suppl):63-67

93. Gavilan J, Gavilan C. Recurrent laryngeal nerve. Identification during thyroid and parathyroid surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1986;112:1.286-1.288

94. Randolph GW. Surgical anatomy of recurrent laryngeal nerve. In: Randolph GW, editor. *Surgery of the thyroid and parathyroid glands.* Philadelphia:Saunders;2013

95. WU CW, Lu IC, Randolph GW, et al. Investigation of optimal intensity and safety of electrical nerve stimulation during intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve: a prospective porcine model. *Head Neck.* 2010;32:1295-301

96. First World Congress of Neural Monitoring in Thyroid and Parathyroid Surgery. 2015; Krakow, Poland. Jagiellonian University. <http://www.ionmworld-congress.com/>.

97. Sturgeon C, Sturgeon T, Angelos P. Neuromonitoring in thyroid surgery: attitudes, usages patterns, and predictors of use among endocrine Surgeons. *World J Surg.* 2009; 33:417-25
98. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Nguyen Thanh P, Schneider R, Machens A. Loss of the nerve monitoring signal during bilateral thyroid surgery. *Br J Surg.* 2012;99: 1089-95
99. Randolph GW, et al. *The Recurrent and Superior Laryngeal Nerves.* Randolph GW Ed. Springer International Publishing AG Swizerland 2016
100. Barczynski M, Konturek A, Pragacz K, et al. Intraoperative nerve monitoring can reduce prevalence of recurrent laryngeal nerve injury in thyroid reoperations. Results of a retrospective cohort study. *World J Surg.* 2014;38:599-606
101. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K et al. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg.* 2008;32:1358-66
102. Alesina PF, Hinrichs J, Meier B, et al. Intraoperative neuromonitoring for surgical training in thyroid surgery:its routine use allows a safe operation instead of lack of experienced mentoring. *World J Surg.* 2014;38:592-8
103. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg.* 2009;96:240-6
104. Dionigi G, Boni L, Rovera F, Bacuzzi A. Neuromonitoring and video-assisted thyroidectomy:a prospective, randomized case-control evaluation. *Surg Endosc.* 2009;23:996-1003
105. Pisanu A, Porceddu G, Podda M, et al. Systematic review with meta-analysis of studies comparing intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves versus visualization alone during thyroidectomy. *J Surg Res.* 2014; 188:152-161
106. Sanabria A, Ramirez A, Kowalski LP et al. Neuromonitoring in thyroidectomy: a meta-analysis of effectiveness from randomized controlled Trials. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2013; 270:2175-89

-
107. Masuoka H, Miyauchi A, Yabuta T, et al. Innervation of the cricothyroid muscle by the recurrent laryngeal nerve. *Head and Neck*. April 2016;38(S1):E441-E445.
108. Potenza AS, Phelan EA, Cernea CR et al. Normative intra-operative electrophysiologic waveform analysis of superior laryngeal nerve external branch and recurrent laryngeal nerve in patients undergoing thyroid surgery. *World J Surg*. 2013;37:2336-42
109. Kochilas X, Bibas A, Xenellis J, et al. Surgical anatomy of the external branch of the superior laryngeal nerve and its clinical significance in head and Neck surgery. *Clin Anat*. 2008;21:99-105
110. Darr EA, Tufano RP, Ozdemir S, et al. Superior laryngeal nerve quantitative intraoperative Monitoring is posible in all thyroid surgeries. *Laryngoscope*. 2014;124:1035-41
111. Hurtado-López LM, Díaz-Hernández PI, Basurto-Kuba E, et al. Efficacy of intraoperative neuro-monitoring to localize the external branch of the superior laryngeal nerve. *Thyroid*. 2016;26: 174-176
112. Jansson S, Tisell LE, Hagne I, et al. Partial laryngeal nerve lesions before and after thyroid surgery. *World J Surg*. 1988;12:522-7

ANEXO

FOTOGRAFÍAS

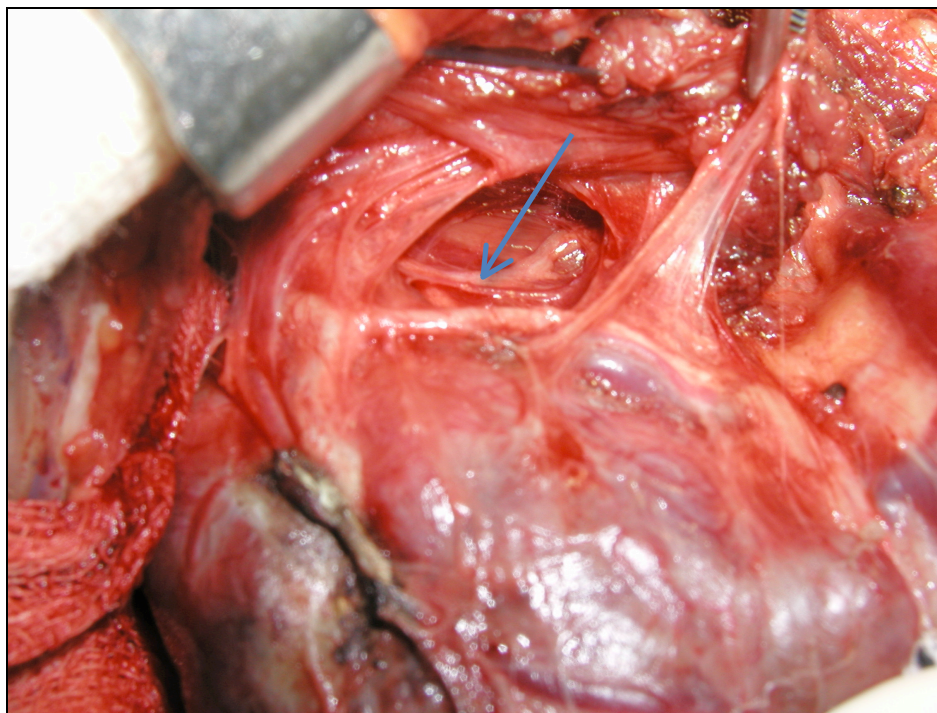


FIGURA 1.-Campo operatorio en el que se muestra (flecha) la rama externa del nervio laríngeo superior derecho por visualización directa (RENLS)

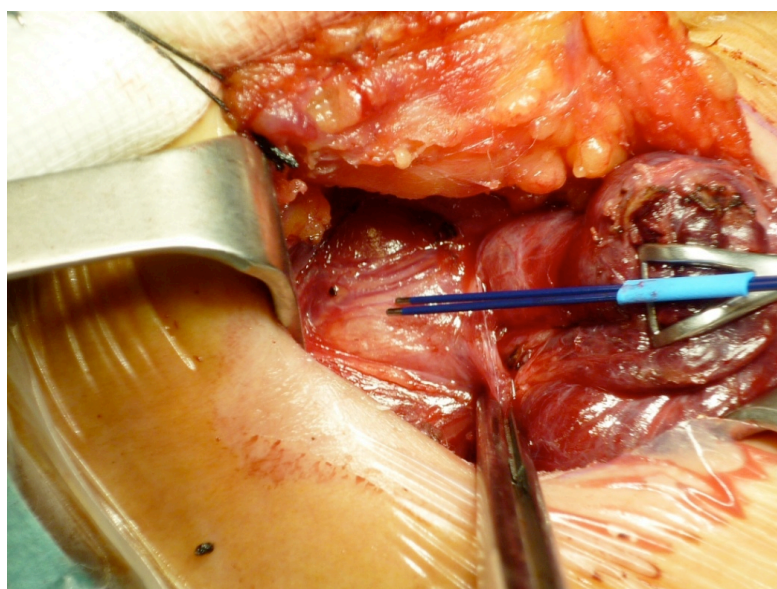
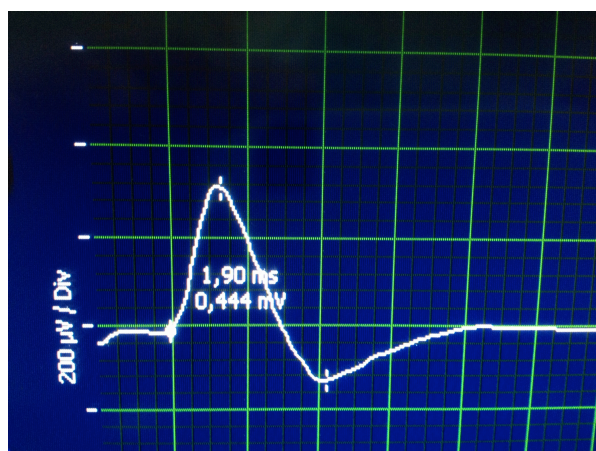


FIGURA 2.-Campo operatorio en el que se muestra la rama externa del nervio laríngeo superior izquierdo por visualización directa y control de neuromonitorización (RENLS)

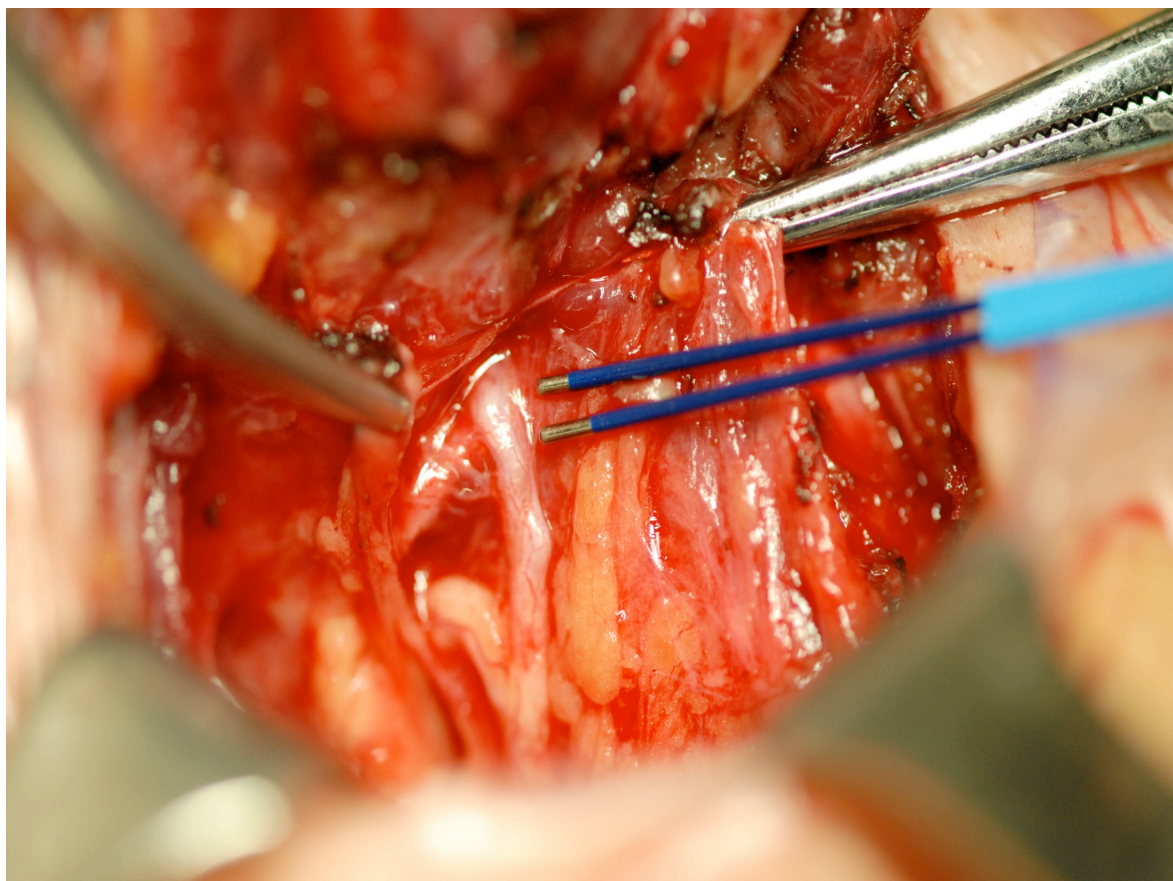


FIGURA 3.- Campo operatorio en el que se identifica la rama motora del nervio laríngeo recurrente derecho mediante neuromonitorización (NLR)

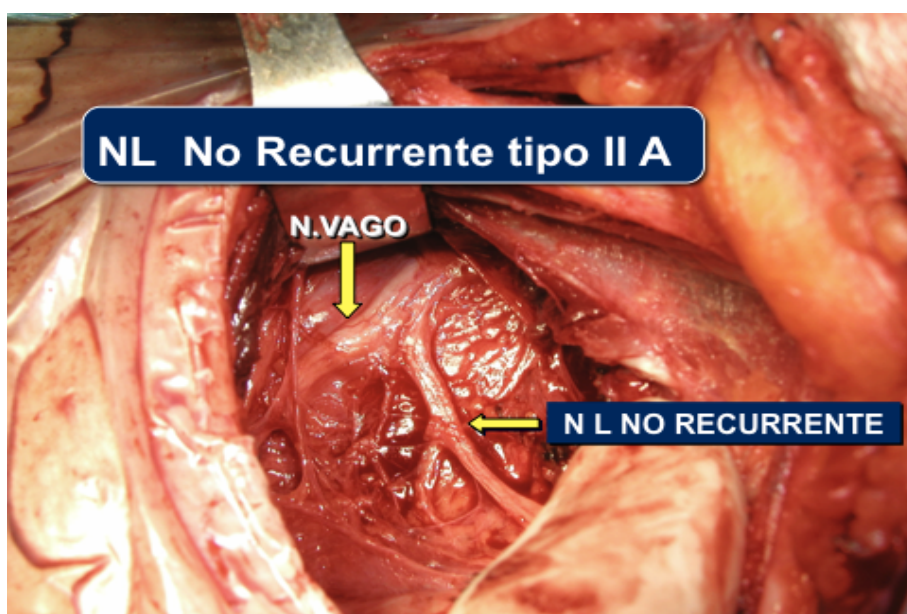


FIGURA 4.- Campo operatorio en el que se identifica nervio laríngeo no recurrente tipo IIA (NLNOR)

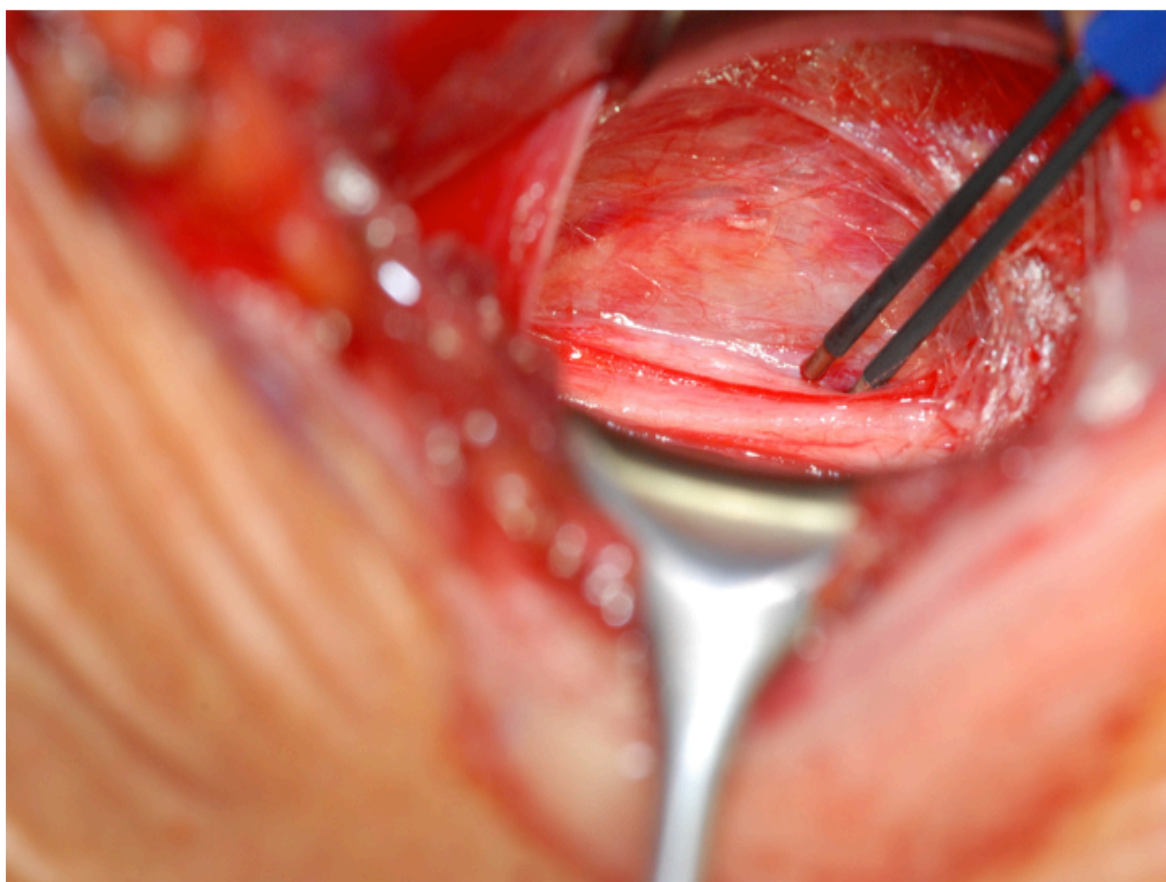


FIGURA 5.- Campo operatorio en el que se estimula el nervio vago derecho al comenzar la intervención



FIGURA 6.- Monitorización del RENLS derecho antes y después de la resección



FIGURA 7- Monitorización del RENLS izquierdo antes y después de la resección



FIGURA 8.- Colocación del sensor de estimulación en el tubo orotraqueal.

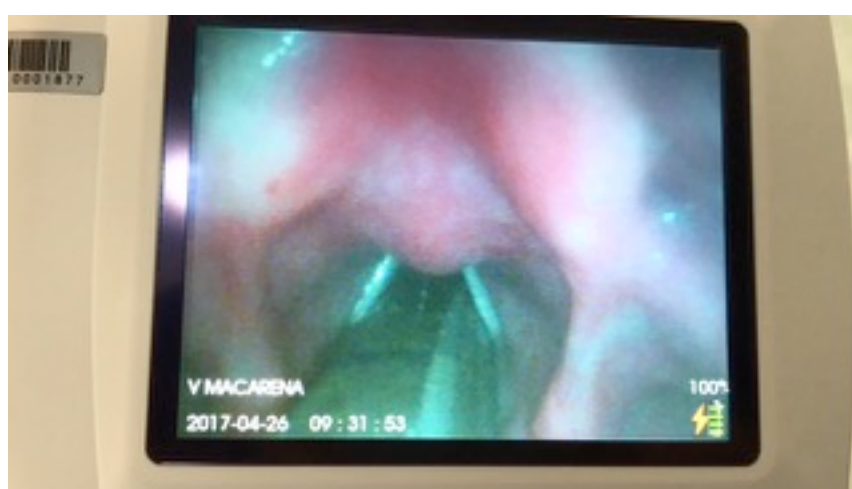


FIGURA 9.- Intubación con el sensor entre las cuerdas vocales.

